

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΕΠΟΠΤΗΣ: Α. ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ
ΟΔΙΚΗΣ ΔΙΑΤΙΜΗΣΗΣ ΣΕ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΟ
ΔΙΚΤΥΟ ΕΡΓΩΝ**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 1996

Θεωρώ χρέος μου να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Α. Σταθόπουλο για την ανάθεση και την επίβλεψη της Διπλωματικής αυτής εργασίας που, στα πλαίσια της συστηματικής προσπάθειας του τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου για συνεχή έρευνα, μου προσέφερε την δυνατότητα ενασχόλησης με ένα τόσο ζωτικού ενδιαφέροντος θέμα, καθώς και τη διάθεση των μέσων του εργαστηρίου Σιδηροδρομικής και Μεταφορών.

Επίσης θερμά ευχαριστώ την κα. Ε. Παπουτσή και τον κ. Ν. Παπαχρήστου για την θετική συμβολή τους καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης του θέματος.

ΣΥΝΟΨΗ

Το θέμα της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της εφαρμογής της οδικής διατίμησης σε εκτεταμένο δίκτυο έργων. Ο στόχος της οδικής διατίμησης είναι διπλός: ο περιορισμός της κυκλοφορίας στα επιθυμητά επίπεδα και η χρηματοδότηση ενός νέου οδικού δικτύου έργων. Θεωρήθηκε ένα νέο δίκτυο έργων το οποίο περιλαμβάνει την υπο κατασκευή λεωφόρο Σταυρού - Ελευσίνας καθώς και μια σήραγγα η οποία διέρχεται κάτω από τμήματα σημαντικών λεωφόρων της Αθήνας. Διερευνήθηκαν οι επιπτώσεις ενός τέτοιου έργου στην κυκλοφορία της πόλης, δηλαδή οι νέοι κυκλοφοριακοί φόρτοι που προκύπτουν σε όλο το δίκτυο με την κατασκευή του και υπολογίστηκε η επιφερόμενη μεταβολή στους χρόνους μετακίνησης μεταξύ των ζωνών. Ακόμη, δόθηκε προς συμπλήρωση ερωτηματολόγιο βάσει του οποίου διερευνάται η προθυμία των χρηστών του οδικού δικτύου να χρεωθούν ένα ορισμένης τάξης μεγέθους τέλος που θα τους επιτρέψει τη χρήση του έργου. Τέλος, διεξάγονται συμπεράσματα για το βαθμό χρησιμοποίησης του έργου κατά τις μετακινήσεις, αναλόγως της μείωσης στο χρόνο μετακίνησης που αυτό θα επιφέρει.

ABSTRACT

The object of the present thesis is to explore the possibility of the application of congestion pricing in a wide urban network. Congestion pricing has a dual objective: limiting traffic to an acceptable level and supporting decisions about financing new infrastructure. A new urban infrastructure network was assumed including the Stavrou - Elefsinas highway (under construction) as well as an hypothetical tunnel passing under segments of

several Central Athens avenues. The impact of the project in the city traffic was examined i.e. the new traffic load in the entire network were estimated. Further more the change in the travel times between the zones was calculated. A questionnaire was designed and seculated attempting to capture the public' s willingness to pay for the proposed network. Based on the decrease tn the travel times due to the changes in the network, a logit model was estimated and conclusions were drawn regarding the degree of the proposed network' s usage.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Θεωρία οριακού κόστους	8
1.1 Γενικευμένο κόστος - πραγματικό και αντιληπτό.	8
1.2 Θεωρία των βέλτιστων τελών συμφόρησης - οριακό κόστος	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Οδική διατίμηση	18
2.1 Η οδική διατίμηση ως μέτρο περιορισμού της κυκλοφορίας	18
2.2 Θεωρητική ανασκόπηση της οδικής διατίμησης	21
2.3 Εφαρμογή της οδικής διατίμησης	28
2.4. Πιθανές επιπτώσεις και ωφέλη	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υποθετικό σενάριο για την Αθήνα	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ανάλυση δείγματος με τα πρότυπα επιλογής LOGIT και παρουσίαση αποτελεσμάτων	50
4.1 Ανάλυση με τα πρότυπα επιλογής LOGIT	50
4.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Εύρεση του κυκλοφοριακού φόρτου στο δίκτυο	69
5.1 Χρήση του προγράμματος SATURN	69
5.2 Σύγκριση υπολογισμένων κυκλοφοριακών φόρτων με τους αντίστοιχους μετρημένους	72
5.3 Κυκλοφοριακοί φόρτοι μετά την κατασκευή της νέας υποδομής - Ανακατανομή της κυκλοφορίας στο δίκτυο	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Εύρεση πιθανότητας καταβολής τέλους	92
6.1 Μητρώα προέλευσης - προορισμού δείγματος και διεύρυνση αυτών	92
6.2 Χρόνοι μετακίνησης μεταξύ των ζωνών	100

6.3 Κατανομή σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τα πρότυπα LOGIT	107
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	111

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υποθετικό σενάριο για την Αθήνα

Πίνακας 3.1 Μητρώο συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων ερωτηματολογίου	48
--	-----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ LOGIT ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Πίνακας 4.2.1 Εκτιμώμενη πιθανότητα καταβολής τέλους	62
Πίνακας 4.2.2 Εκτιμώμενη πιθανότητα επιλογής	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΥΡΕΣΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΒΟΛΗΣ ΤΕΛΟΥΣ

Πίνακας 6.1.1 Μητρώο προέλευσης - προορισμού δείγματος	92
Πίνακας 6.1.2 Μητρώο προέλευσης - προορισμού διευρυμένου δείγματος	96
Πίνακας 6.2.1 Χρόνοι μετακίνησης μεταξύ των ζωνών σε συνθήκες ελεύθερης ροής	100
Πίνακας 6.2.2 Χρόνοι φορτισμένου δικτύου πριν και μετά από την κατασκευή της νέας υποδομής	103
Πίνακας 6.2.3 Χρόνοι μετακίνησης εκφρασμένοι σε min	105
Πίνακας 6.3.1 Κατανομή μετακινήσεων στις κατηγορίες	107
Πίνακας 6.3.2 Εκτίμηση πιθανότητας πληρωμής	109
Πίνακας 6.3.3 Πιθανότητα επιλογής μέσου	110

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Θεωρία οριακού κόστους

Σχήμα 1.2.1	Σχέση ταχύτητας - πυκνότητας	11
Σχήμα 1.2.2	Σχέση ταχύτητας - ροής	11
Σχήμα 1.2.3	Σχέση χρόνου - ροής	12
Σχήμα 1.2.4	Σχέση κόστους - ροής	12
Σχήμα 1.2.5	Βέλτιστο τέλος συμφόρησης	13
Σχήμα 1.2.6	Σχέση χρόνου (κόστους) μετακίνησης - πυκνότητας	14
Σχήμα 1.2.7	Σχέση χρόνου (κόστους) μετακίνησης - ροής	14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Οδική διατίμηση

Σχήμα 2.2.1	Θεωρητική μορφή σχέσης φόρτου και ταχύτητας κυκλοφορίας	22
Σχήμα 2.2.2	Θεωρητική μορφή σχέσης ταχύτητας και πυκνότητας κυκλοφορίας	23
Σχήμα 2.2.3	Καμπύλη μέσης καθυστέρησης και καμπύλη οριακής καθυστέρησης	24
Σχήμα 2.2.4	Καμπύλη μέσου κόστους και καμπύλη οριακού κόστους	25
Σχήμα 2.2.5	Σχέση μεταξύ του λόγου φόρτου προς ικανότητα και χρόνου διαδρομής	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υποθετικό σενάριο για την Αθήνα

Σχήμα 3.1	Θέση της νέας προτεινόμενης υποδομής	39
-----------	--------------------------------------	----

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της κοινωνίας αποτελεί και η εξάρτηση της ικανοποίησης των αναγκών καθώς και των κάθε μορφής δραστηριοτήτων από τις μετακινήσεις προσώπων και αγαθών. Η ανάγκη των μετακινήσεων προκύπτει τόσο από την μη σύμπτωση των θέσεων κατοικίας και εργασίας ή άλλης πηγής παραγωγής αγαθών, όσο και από την έμφυτη στον άνθρωπο τάση για γενικότερη κινητικότητα (κοινωνικές δραστηριότητες κλπ.)

Η συνεχής αύξηση των μετακινήσεων προσώπων και αγαθών και η αντίστοιχη των οχημάτων, καθώς και η αδυναμία να αντιμετωπιστεί η αύξηση της ζήτησης με αντίστοιχη αύξηση της προσφοράς έχουν σαν αποτέλεσμα την συνεχή χειροτέρευση των κυκλοφοριακών συνθηκών ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές. Η αύξηση των καθυστερήσεων και της κατανάλωσης καυσίμων και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται καθιστούν το κυκλοφοριακό ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα των πόλεων.

Οι μετακινήσεις δεν αντιμετωπίζονται ως αυτοσκοπός. Για το λόγο αυτό, επιβάλλεται ο σχεδιασμός του Μεταφορικού Συστήματος να γίνεται με τέτοιον τρόπο ώστε να καλύπτεται η ανάγκη για μετακίνηση με παράλληλη ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων. Αυτό ακριβώς είναι και το αντικείμενο του συγκοινωνιολόγου, δηλαδή ο σωστός συγκοινωνιακός σχεδιασμός.

Ο όρος μετακίνηση χρησιμοποιείται για να εκφράσει την κίνηση προς μια κατεύθυνση από ένα σημείο προέλευσης σε ένα σημείο προορισμού. Η νοητή γραμμή που ενώνει τα δύο άκρα μιας μετακίνησης λέγεται γραμμή επιθυμίας μετακίνησης. Τα δύο άκρα της, τα οποία αντιστοιχούν στα άκρα της μετακίνησης χαρακτηρίζονται ως προέλευση (origin) και προορισμός (destination) της μετακίνησης.

Το σύνολο των απαιτήσεων για μεταφορές αποτελεί την ζήτηση, ενώ το σύστημα των μεταφορών, δηλαδή το δίκτυο, οι άλλοι ειδους εγκαταστάσεις και τα οχήματα, που προσφέρονται για την ικανοποίηση αυτής της ζήτησης, χαρακτηρίζονται από τον όρο προσφορά. Το πρόβλημα των μεταφορών που απασχολεί τον συγκοινωνιολόγο, συνίσταται στην διατάραξη της ισορροπίας μεταξύ προσφοράς και ζήτησης στις μεταφορές.

Οι αιτίες που προκαλούν το συγκεκριμένο πρόβλημα οφείλονται στην ραγδαία αύξηση του πληθυσμού στις αστικές περιοχές, όπου η προσφορά υπολείπεται σημαντικά της ζήτησης, ιδιαίτερα στις περιόδους αιχμής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κυκλοφοριακή συμφόρηση η οποία επιφέρει αύξηση των καθυστερήσεων και του κόστους μετακίνησης.

Ενας τρόπος επίλυσης του συγκοινωνιακού προβλήματος είναι η αύξηση της προσφερόμενης υποδομής με την κατασκευή νέων έργων. Αυτά μπορεί να είναι είτε αύξηση της ήδη υπάρχουσας υποδομής (επέκταση του δικτύου, διεύρυνση των οδών) είτε κατασκευή νέων οδών και άλλων συγκοινωνιακών έργων.

Για την κατασκευή τέτοιων έργων, απαιτούνται σημαντικές δαπάνες. Συχνά τα κεφάλαια που χρειάζονται για μεγάλα οδικά έργα δεν

διατίθενται από το κράτος και ούτε είναι δυνατή η συλλογή αυτών των κεφαλαίων από φορολογία, οπότε θα πρέπει να βρεθούν νέοι τρόποι χρηματοδότησης.

Σε πολλές ανεπτυγμένες και βιομηχανοποιημένες χώρες, τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μια στροφή από τις συμβατικές μορφές χρηματοδότησης των δημοσίων έργων σε νέες μικτές μορφές, στις οποίες εμπλέκεται σημαντικά και ο ιδιωτικός τομέας. Πρόκειται για τα αυτοχρηματοδοτούμενα έργα. Σε αυτά οι ιδιωτικοί επενδυτές είναι απ' ευθείας εμπλεκόμενοι και διακινδυνεύουν τα χρήματά τους κατά την εκτέλεση του έργου. Κατά την αποπεράτωση του έργου και την διάθεση του στην κυκλοφορία, οι ιδιωτικοί επενδυτές εισπράτουν τα έσοδα που προκύπτουν από το έργο.

Εδώ θα πρέπει να εισαχθεί η έννοια της οδικής διατίμησης. Η οδική διατίμηση θα επιβαρύνει αυτούς που επιθυμούν να χρησιμοποιούν τα νέα έργα για τις μετακινήσεις τους, μέσω στρατηγικών που περιλαμβάνουν διόδια σε δρόμους γέφυρες και σήραγγες, τέλη εισόδου σε περιοχές στις οποίες παρατηρείται κυκλοφοριακή συμφόρηση και αλλαγές στον τρόπο χρέωσης της στάθμευσης.

Ορισμένοι οδηγοί, όταν ερχονται αντιμέτωποι με την οδική διατίμηση, θα προτιμήσουν να αλλάξουν προορισμό, ώρα μετακίνησης ή διαδρομή. Ορισμένοι όμως θα δεχτούν να υποστούν την χρέωση, με την προϋπόθεση ότι η χρήση του συγκεκριμένου τμήματος του δικτύου θα διευκολύνει την μετακίνησή τους, μειώνοντας τον χρόνο ή βελτιώνοντας τις συνθήκες κατά τις οποίες γίνεται η μετακίνηση. Αυτές οι αλλαγές στους τρόπους μετακίνησης θα μειώσουν την συμφόρηση και θα εξοικονομήσουν χρόνο για τους οδηγούς οι οποίοι θα είναι πρόθυμοι να πληρώσουν το τέλος.

Ο σκοπός της οδικής διατίμησης είναι διπλός. Ο πρώτος είναι η πηγή εσόδων για τους επενδυτές που αναλαμβάνουν συγκοινωνιακά αυτοχρηματοδοτούμενα έργα. Ο δεύτερος είναι ο περιορισμός της κυκλοφορίας.

Μόλις το νέο έργο αποδοθεί στην κυκλοφορία, θα υπάρξει μια άμεση διοχέτευση της κυκλοφορίας από το υπόλοιπο δίκτυο στην νέα οδό. Μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα, θα σταθεροποιηθεί ο αριθμός των οδηγών, οι οποίοι χρησιμοποιούν το νέο έργο. Παράλληλα όμως, οι οδηγοί θα συνειδητοποιήσουν ότι με το νέο αυτό έργο, ορισμένοι προορισμοί γίνονται περισσότερο προσιτοί. Συνεπώς θα προκύψουν νέες επιθυμίες για μετακινήσεις. Πρόκειται για την παράγωγο κυκλοφορία. Άρα σύντομα ο φόρτος στην νέα οδό φτάνει στα επίπεδα των παλαιών, οπότε τελικά η κατασκευή του έργου έχει συμβάλει στην ταχύτερη αύξηση της κυκλοφορίας.

Η πολιτική εφαρμογής της οδικής διατίμησης, ανήκει στα μέτρα περιορισμού της κυκλοφορίας των οχημάτων και οδηγεί στην διατήρηση της κυκλοφορίας στο νέο δίκτυο στα επιθυμητά επίπεδα. Η αρχική σύλληψη της οδικής διατίμησης βασιζόταν σε ένα μεταφορικό σύστημα στο οποίο οι οδηγοί θα επιβαρύνονταν με την διαφορά μεταξύ μέσου και οριακού κόστους.

Ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει πραγματοποιηθεί για τον προσδιορισμό του βέλτιστου ύψους της επιβαλλόμενης χρέωσης, με βάση την κοινωνική ανάλυση κόστους - ωφέλειας, αλλά και του οριακού κόστους της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Είναι φανερό ότι οι οικονομικοί περιορισμοί αποτελούν το πιο αποτελεσματικό μέτρο για την μείωση της κυκλοφορίας και είναι δίκαιοι κοινωνικά, αφού ακολουθούν την αρχή της χρέωσης ανάλογα με τη χρονική και τη χωρική χρήση του οδικού δικτύου.

Η αποτελεσματικότητα του μέτρου της οδικής διατίμησης, εξαρτάται από την αντίδραση των χρηστών στην επιβολή της χρέωσης, για την οποία ελάχιστα είναι σήμερα γνωστά. Αυτός είναι και ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η διερεύνηση δηλαδή της ανταπόκρισης των χρηστών στην εφαρμογή του μέτρου της οδικής διατίμησης σε ένα δίκτυο νέων έργων στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας.

Αρχικά γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία περιλαμβάνει ανάλυση της έννοιας του μέσου και οριακού κόστους στις μετακινήσεις καθώς και σύνδεση της έννοιας του οριακού κόστους με την οδική διατίμηση. Στην συνέχεια, παρατίθεται εκτενής ανάπτυξη των πληροφοριών που υπάρχουν ως προς την οδική διατίμηση και την εφαρμογή της.

Η διερεύνηση της οδικής διατίμησης στην πράξη γίνεται με θεώρηση ενός δικτύου έργων το οποίο αποτελεί την νέα προτεινόμενη υποδομή, η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα στην ανάπτυξη της μελέτης. Η υποδομή αυτή περιλαμβάνει την υπό κατασκευή περιφερειακή λεωφόρο Σταυρού - Ελευσίνας, καθώς και μια σήραγγα, η οποία διέρχεται κάτω από τμήματα σημαντικών λεωφόρων της Αθήνας, όπως είναι οι Κηφισίας, Αλεξάνδρας, Β. Σοφίας, Β. Κωνσταντίνου και Καλλιρρόης. Είσοδοι και έξοδοι από την σήραγγα θεωρήθηκαν σε ορισμένες χαρακτηριστικές διασταυρώσεις.

Γιά την προσαρμογή των στοιχείων της εργασίας σε ενιαία χρονική βάση, θεωρήθηκε η μετακίνηση από την οικία στην εργασία κατά την διάρκεια της πρωινής ώρας αιχμής. Το δρομολόγιο αυτό καλύπτει ένα μεγάλο ποσοστό των καθημερινών μετακινήσεων του αστικού πληθυσμού. Στις πόλεις της Ευρώπης και της Αμερικής, το ποσοστό αυτό κυμαίνεται γύρω στο 50 - 60 %. Βασικός λόγος γιά τον οποίο επιλέχτηκε αυτή η μετακίνηση είναι το γεγονός ότι είναι καθημερινά επαναλαμβανόμενη,

οπότε ο χρήστης έχει μία ακριβέστερη άποψη για τις κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν και για τον χρόνο διάρκειάς της.

Άλλος λόγος επιλογής της συγκεκριμένης μετακίνησης είναι η υψηλή συχνότητα εκτέλεσής της (καθημερινά), οπότε είναι ευχερέστερη η διεξαγωγή συμπερασμάτων για τα έσοδα που θα προέκυπταν από την εφαρμογή της οδικής διατίμησης σε μία τέτοια περίπτωση, δηλαδή για την ανταποδοτικότητα του έργου στην περίπτωση που θα το αναλάμβανε κάποια ιδιωτική εταιρία με την μέθοδο της αυτοχρηματοδότησης.

Στην συνέχεια κατασκευάστηκε και δόθηκε προς συμπλήρωση ερωτηματολόγιο, το οποίο συσχετίζει τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης μετακίνησης με την προθυμία του χρήστη για καταβολή τέλους, το οποίο θα του επιτρέψει να χρησιμοποιήσει την νέα υποδομή για την συγκεκριμένη μετακίνηση. Η επεξεργασία του ερωτηματολογίου γίνεται με χρήση των μαθηματικών προτύπων *logit*.

Στην επόμενη ενότητα διερευνήθηκαν οι πιθανές επιπτώσεις στην κυκλοφορία της πόλης από την εφαρμογή αυτού του σεναρίου. Δείχνονται και αιτιολογούνται τα αποτελέσματα αυτής της επέμβασης, τόσο από την άποψη των μεταβολών του κυκλοφοριακού φόρτου σε συγκεκριμένες διατομές του οδικού δικτύου της Αθήνας, όσο και από την άποψη του χρόνου που απαιτείται για την μετάβαση από την οικία στην εργασία πριν και μετά την επέμβαση. Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιείται το πρόγραμμα *Saturn*.

Τέλος γίνεται μια πρώτη εκτίμηση της ανταπόκρισης των χρηστών στην οδική διατίμηση, η οποία προκύπτει με συσχέτιση των μεταβολών που επιφέρει η κατασκευή της νέας υποδομής στο οδικό δίκτυο και των αποτελεσμάτων που έδωσε το ερωτηματολόγιο.

Η παρούσα διπλωματική μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείγμα της αναμενόμενης ανταπόκρισης των χρηστών στις μεταβολές του οδικού δικτύου με την επέκταση της υποδομής. Επίσης, έχοντας μια εκτίμηση των εσόδων που προκύπτουν από την οδική διατίμηση για ένα δείγμα από τους χρήστες του οδικού δικτύου, μπορούν με περαιτέρω έρευνα να εξαχθούν τα ανάλογα συμπεράσματα που θα αφορούν στο σύνολο των αστικών μετακινήσεων της Αθήνας και των εσόδων που θα προέκυπταν από ενδεχόμενη επιβολή του μέτρου της οδικής διατίμησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΘΕΩΡΙΑ ΟΡΙΑΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ - ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΚΑΙ ΑΝΤΙΛΗΠΤΟ

Το κόστος κυκλοφορίας λόγω συμφόρησης είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Λόγω της πλεονάζουσας ζήτησης η κυκλοφορία δεν είναι ομαλή, αλλά πραγματοποιείται με καθυστερήσεις στο χρόνο των μετακινουμένων - και στη διαχείριση των αγαθών - και αύξηση στο κόστος καυσίμου λόγω των συχνών στάσεων.

Το κόστος λόγω καθυστερήσεων εξαρτάται και από την τιμή που θεωρείται αντιπροσωπευτική της αξίας του χρόνου των μετακινουμένων και αυξάνεται ανάλογα με το ποσοστό του χρόνου μετακίνησης που αποτελεί η καθυστέρηση.

Η συνολική θεώρηση του οικονομικού και του μη οικονομικού κόστους των μετακινήσεων είναι αναγκαία. Η προσπάθεια έκφρασης του συνολικού κόστους σε ενιαία μονοδιάστατη μονάδα, οδηγεί στην αναγωγή πολλών συνιστωσών του κόστους σε μία διάσταση που συνήθως είναι το οικονομικό κόστος, εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες. Η αναγωγή αυτή οδηγεί στο ονομαζόμενο γενικευμένο κόστος που είναι μονοδιάστατο

μέγεθος και που περιλαμβάνει τις κυριότερες συνιστώσες του κόστους - οικονομικού και μή - με κατάλληλες αναγωγές.

Το κόστος εξ άλλου, θα πρέπει να διακριθεί και σε δύο άλλες κατηγορίες, στο πραγματικό και στο αντιληπτό. Η ανάγκη προκύπτει από τη διαπίστωση ότι η αντίληψη των χρηστών για το κόστος μιας μεταφοράς σπάνια συμπίπτει με τα πραγματικά μεγέθη.

Το μέγεθος που αντιλαμβάνεται ο χρήστης λέγεται αντιληπτό κόστος και εκείνο που υπολογίζεται λέγεται πραγματικό. Ο υπολογισμός του αντιληπτού κόστους έχει μεγάλη σημασία, ιδιαίτερα όσον αφορά το αντιληπτό ιδιωτικό κόστος επειδή οι αποφάσεις του χρήστη (επιλογή μέσου, επιλογή διαδρομής κλπ.) στηρίζονται κυρίως στο αντιληπτό μέγεθος [Σχεδιασμός Μεταφορικών συστημάτων, Κ.Γ. Αμπακούμκιν].

1.2 ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΤΕΛΩΝ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ - ΟΡΙΑΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

Ο αρχικός στόχος της θεωρίας ήταν να επιβάλλεται κάποια χρέωση στους χρήστες της οδού ώστε να βελτιστοποιείται η αποτελεσματικότητα με την οποία χρησιμοποιείται η υπάρχουσα οδική έκταση. Η επιβαλλόμενη χρέωση, σύμφωνα με τη θεωρία, αντιστοιχεί στο οριακό κόστος που επιβάλλει ο χρήστης στο σύνολο των μετακινουμένων, με τη χρήση του οχήματός του.

Η εν λόγω θεωρία, που αναπτύχθηκε από τον Walters το 1961, βασίζεται στην ανάλυση μιας ομογενούς λωρίδας κυκλοφορίας, που

κινείται σε μια ενιαία κατεύθυνση, κατά μήκος μιας συγκεκριμένης οδού με ένα μόνο σημείο εισόδου και εξόδου.

Γίνεται επίσης η υπόθεση ότι δεν υπάρχει άλλο εμπόδιο στη ροή της κυκλοφορίας, εκτός από αυτό που προκύπτει από την περιορισμένη ικανότητα της οδού. Στη θεωρία των βελτίστων τελών συμφόρησης λαμβάνονται υπόψη οι βασικές συσχετίσεις μεταξύ της κυκλοφοριακής πυκνότητας, του χρόνου μετακίνησης και της κυκλοφοριακής ροής.

Βασικές σχέσεις είναι : το διάγραμμα ταχύτητας - πυκνότητας κυκλοφορίας, σύμφωνα με το οποίο καθώς αυξάνεται η πυκνότητα των οχημάτων, μειώνεται η ταχύτητά τους. (Σχ.1.2.1).

Το διάγραμμα ταχύτητας - ροής μπορεί να προκύψει από το διάγραμμα ταχύτητας - πυκνότητας κυκλοφορίας, σύμφωνα με τη σχέση

Ροή = Ταχύτητα * Πυκνότητα ($F = D * L / T$) , όπου :

F = κυκλοφοριακή ροή (σε οχήματα ανά μονάδα χρόνου)

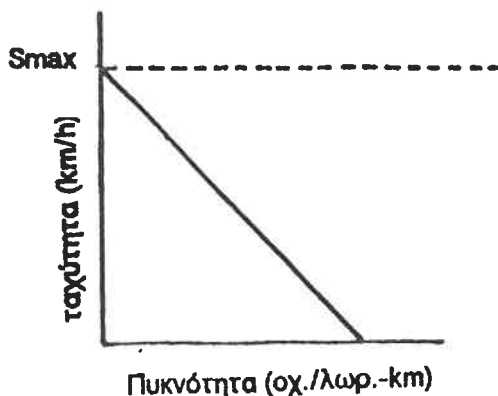
L = το μήκος της εξεταζόμενης οδού και

L/T = η ταχύτητα του οχήματος.

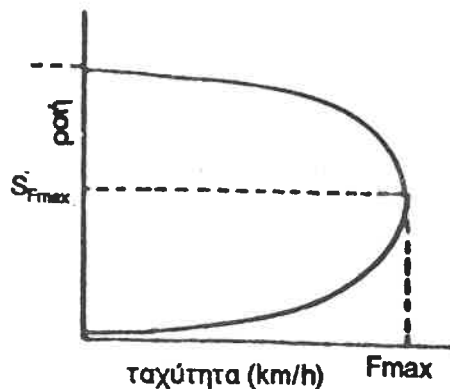
Η σχέση ροής και ταχύτητας δείχνεται στο σχήμα 1.2.2

Στο πάνω μέρος της καμπύλης, καθώς η ροή αυξάνει, η ταχύτητα μειώνεται έως ότου επιτευχθεί η μέγιστη ροή στο σημείο που ονομάζεται

“κρίσιμη πυκνότητα”. Πέρα από το σημείο αυτό, μεγαλύτερη αύξηση της ροής δεν είναι θεωρητικά δυνατή. Προσπάθειες για την αύξηση της ροής καταλήγουν σε μεγαλύτερη πυκνότητα και μείωση της ροής, όπως φαίνεται στο κάτω τμήμα της καμπύλης - ροής.



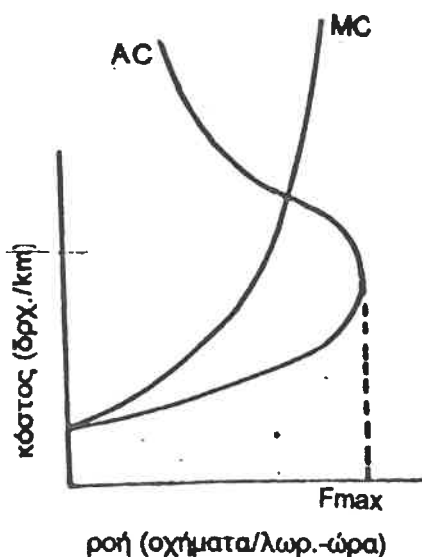
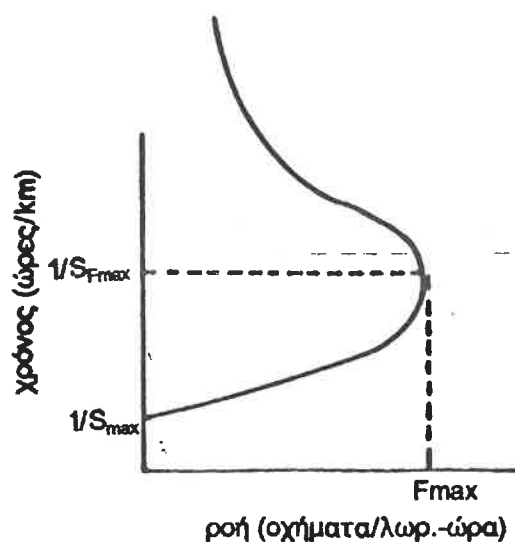
Σχ. 1.2.1 Σχέση ταχύτητας
- πυκνότητας



Σχ. 1.2.2 Σχέση ταχύτητας
- ροής

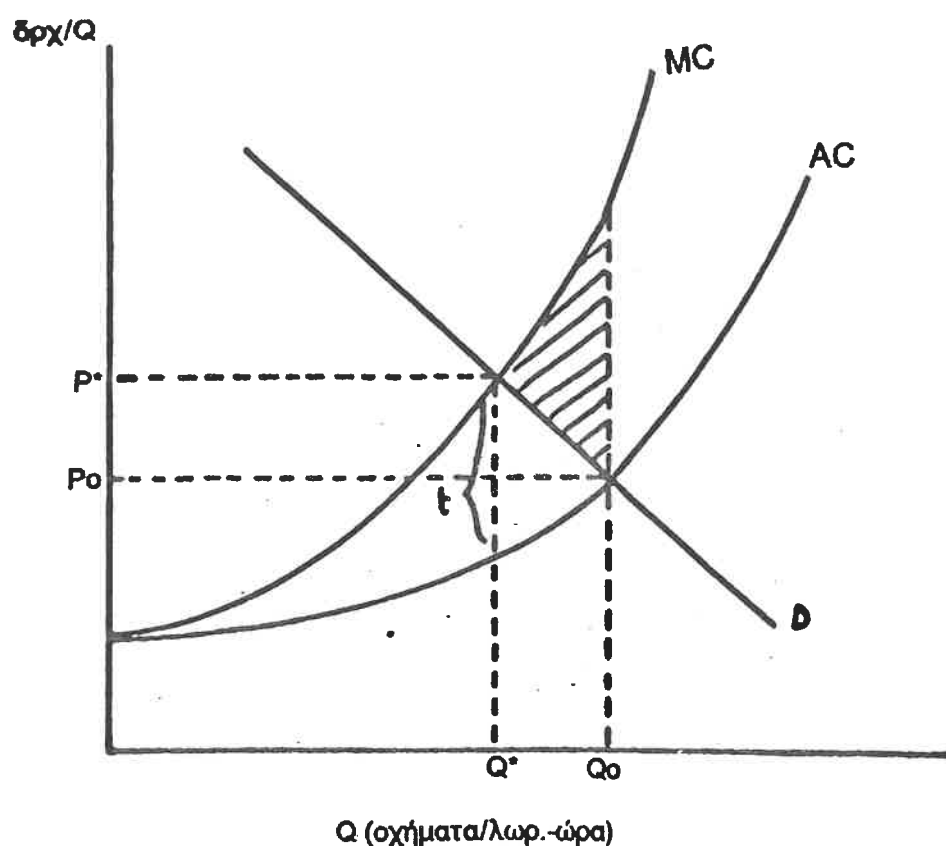
Από τη σχέση ταχύτητας ροής, αντιστρέφοντας την ταχύτητα μπορεί να προκύψει ο χρόνος/km (Σχ. 1.2.3). πολλαπλασιάζοντας το χρόνο ανά χιλιόμετρο με την αξία του χρόνου και προσθέτοντας τα λειτουργικά κόστη οχημάτων προκύπτει η σχέση κόστους - ροής (καμπύλη μέσου μεταβλητού κόστους AC=μέσο κόστος, MC=οριακό κόστος) (Σχ. 1.2.4).

Στο ίδιο σχήμα φαίνεται η καμπύλη βραχυχρόνιου οριακού κόστους, που ανακλά το επιπλέον κόστος ενός προσθέτου οχήματος στη ροή. Η καμπύλη οριακού κόστους τείνει στο άπειρο καθώς η ροή πλησιάζει την ικανότητα, γιατί μεγαλύτερη ροή είναι αδύνατο να επιτευχθεί.



Στο Σχ. 1.2.5 προστίθεται στις καμπύλες κόστους του Σχ. 1.2.4 μια καμπύλη ζήτησης (D), που αντιπροσωπεύει την προθυμία για πληρωμή για διάφορες ποσότητες μετακινήσεων. Το τμήμα με την αρνητική κλίση της καμπύλης του μέσου μεταβλητού κόστους δε φαίνεται στο σχήμα, επειδή η βέλτιστη ροή δεν θα εμφανιστεί στην περιοχή αυτή, αφού η ίδια ροή μπορεί να επιτευχθεί με μικρότερο κόστος.

Αν δεν υπάρχει τέλος (τιμή χρέωσης), η ισορροπία επιτυγχάνεται στο Q_0 , όπου η καμπύλη ζήτησης τέμνει την καμπύλη μέσου μεταβλητού κόστους. Έτσι, κάθε χρήστης που υπολογίζει την ανάγκη για μετακίνηση περισσότερο από το αντίστοιχο κόστος, μετακινείται.

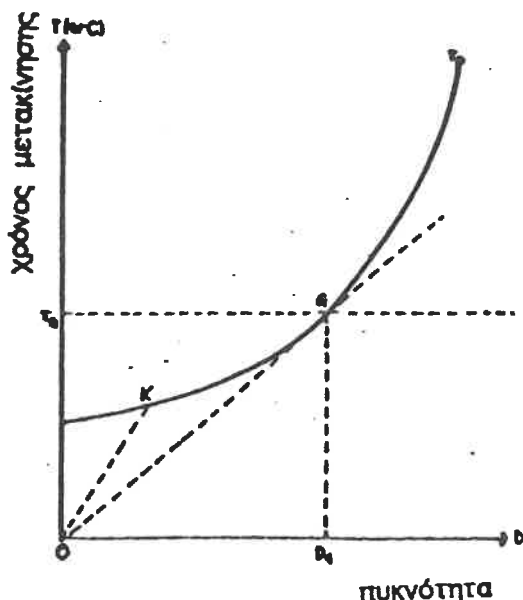


Σχ. 1.2.5 Βέλτιστο τέλος συμφόρησης

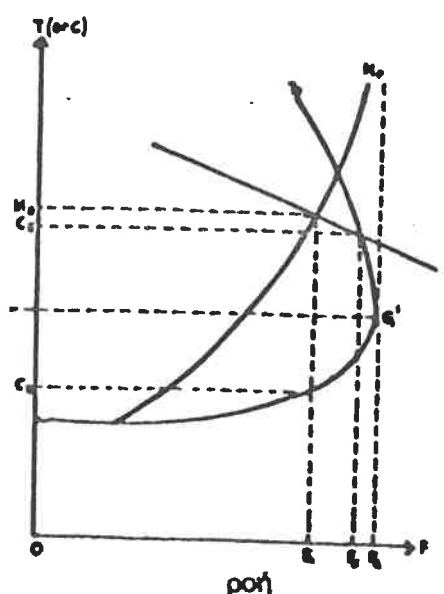
Ομως στο σημείο αυτό, το πρόσθετο κοινωνικό κόστος υπερβαίνει το όφελος που δίνει ο τελευταίος μετακινούμενος. Το ίδιο ισχύει για όλες τις μετακινήσεις πέρα από το Q .

Το ποσό κατά το οποίο το πρόσθετο κόστος αυτών των $Q_0 - Q$ μετακινήσεων υπερβαίνει τις πρόσθετες ωφέλειες, δείχνεται από τη διαγραμμισμένη περιοχή στο σχήμα. Η περιοχή αυτή αντιπροσωπεύει την κοινωνική απώλεια από την όχι βέλτιστη διατίμηση.

Γιά να συμβεί η ισορροπία στη βέλτιστη ποσότητα Q πρέπει να επιβληθεί ένα τέλος t . Το τέλος αυτό εξισορροπεί την επιβαλλόμενη εξωτερικά συμφόρηση, τη διαφορά μεταξύ του κόστους που ο μετακινούμενος επιβάλλει (βραχυχρόνιο οριακό κόστος) και του ιδιωτικού κόστους (μέσο μεταβλητό κόστος).



Σχ. 1.2.6 Σχέση χρόνου (κόστους) μετακίνησης - πυκνότητας



Σχ. 1.2.7 Σχέση χρόνου (κόστους) μετακίνησης - ροής

Μιά εναλλακτική θεώρηση της ίδιας ανάλυσης λαμβάνει υπ' όψη το χρόνο και όχι την ταχύτητα. Η θετική σχέση μεταξύ χρόνου μετακίνησης (T) και κυκλοφοριακής πυκνότητας (D , μετρημένη σε οχήματα / χλμ.) θεωρείται ότι έχει τη μορφή της καμπύλης T_d του σχ. 1.6.

Έτσι, αν F είναι η κυκλοφοριακή ροή σε οχήματα / μονάδα χρόνου), αφού εξ ορισμού ισχύει

$$F = D * L / T, \text{ όπου:}$$

L = το μήκος της εξεταζόμενης οδού και

$L / T = \eta$ ταχύτητα του οχήματος,

σε κάθε τυχαίο σημείο K κατά μήκος της καμπύλης Td , η τιμή της F είναι ανάλογη της κλίσης ως προς τον κατακόρυφο άξονα, μιας ευθείας με αρχή το συγκεκριμένο σημείο και τέλος την αρχή των αξόνων.

Έτσι, είναι προφανές ότι η σχέση μεταξύ F και T είναι αυτή που δείχνει η καμπύλη TF , στο σχήμα 1.2.7 σύμφωνα με την οποία η F αυξάνεται ως ένα μέγιστο σημείο όταν $T = TG$ και έπειτα μειώνεται.

Το σημείο της TF στο σχήμα 1.2.7 στο οποίο η F παίρνει τη μέγιστη τιμή (G') αντιστοιχεί στο σημείο G του σχήματος 1.2.6, για το οποίο η ευθεία που το ενώνει με την αρχή των αξόνων είναι εφαπτόμενη στην TD .

Επιπλέον, αφού τα λειτουργικά κόστη των οχημάτων, όπως και τα χρονικά κόστη είναι πιθανό να αυξάνονται με το χρόνο μετακίνησης, ιδιαίτερα σε συνθήκες συμφόρησης, η σχέση μεταξύ γενικευμένου κόστους ανά ημέρα και πυκνότητα κυκλοφορίας με την κυκλοφοριακή ροή, θα έχει τη μορφή των αντιστοίχων καμπυλών των σχ. 1.2.6, 1.2.7.

Έτσι, τα διαγράμματα μπορούν να θεωρηθούν ότι δείχνουν τη σχέση μεταξύ κόστους μετακίνησης (C), πυκνότητας και ροής.

Αν λοιπόν η καμπύλη ζήτησης d στο σχ. 1.7 δείχνει την επιθυμητή ροή για διαφορετικές τιμές κόστους, η κυκλοφορία θα "αυτοπεριοριστεί" ως την τιμή κόστους FE , στο οποίο η d και η TF τέμνονται, αφού

πρόσθετες μετακινήσεις θα κόστιζαν περισσότερο από αυτό που οι πιθανοί επιπλέον χρήστες θα ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν.

Εδώ μπορεί να παρατηρηθεί ότι η καμπύλη MF του σχήματος 1.2.7, αυξάνεται πιά απότομα από την TF και τείνει στο άπειρο, καθώς η κυκλοφοριακή ροή πλησιάζει στη μέγιστη τιμή της. Αυτό συμβαίνει, αφού σε αυτό το σημείο περαιτέρω αύξηση της κυκλοφοριακής ροής είναι θεωρητικά αδύνατη.

Ενώ η αντίστοιχη καμπύλη μπορεί να οριστεί μαθηματικά για το τμήμα της TF με αρνητική κλίση, δεν έχει ιδιαίτερη σχέση με το οριακό κόστος κυκλοφορίας - το επιπλέον κόστος προκύπτει από αύξηση της κυκλοφοριακής ροής - αφού σε αυτή την περιοχή η F φθίνει.

Όλα αυτά φαίνονται να υποδεικνύουν μία βέλτιστη κυκλοφοριακή ροή F_0 όπου η καμπύλη MF τέμνει την καμπύλη ζήτησης, αφού στο σημείο αυτό τα οφέλη από τις οριακές μετακινήσεις φαίνεται ότι είναι ακριβώς ίσα με το οριακό κόστος και κάθε πρόσθετη κυκλοφορία θα επέβαλε μεγαλύτερο κόστος από ωφέλειες.

Επιπλέον, αν αυτή είναι η επιθυμητή κυκλοφοριακή ροή, μπορεί να επιτευχθεί με απλή επιβολή ενός "τέλους συμφόρησης" ίσου με τη διαφορά μεταξύ οριακού κυκλοφοριακού κόστους και του ελάχιστου πραγματικού κόστους μετακίνησης (= $MoCo$ στο σχ. 1.2.7), όταν η ροή είναι F_0 .

Υπάρχει, επίσης, το επιχείρημα ότι ενώ η αρχική θέση ισορροπίας θα αφορούσε ένα σημείο στο τμήμα με την αρνητική κλίση της TF, η βέλτιστη κατανομή θα δίνει πάντα μία θέση στο τμήμα με τη θετική κλίση

της TF . Αν δε συνέβαινε αυτό, η ίδια ροή θα μπορούσε να επιτευχθεί με χαμηλότερο κόστος [Διπλωματική εργασία Ε. Αποστολοπούλου].

Μπορεί ναδειχτεί περαιτέρω ότι το τέλος αυτό είναι ίσο με το γινόμενο του κόστους ανά όχημα και της ελαστικότητας που έχουν αυτά τα κόστη σε αλλαγές στην κυκλοφοριακή ροή (Walters, 1961, σελ 681). Το γινόμενο αυτό εξαρτάται μόνο από τη σχέση κόστους - ροής, που με τη σειρά της εξαρτάται κατά μεγάλο ποσοστό από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της οδού.

Αν η σχέση αυτή μπορεί να προκύψει εμπειρικά, η εκτίμηση του τέλους συμφόρησης που απαιτείται για την επίτευξη κάποιας επιθυμητής κυκλοφοριακής ροής γίνεται μία σχετικά άμεση διαδικασία.

Αυτή η προσέγγιση ακολουθήθηκε συχνά για υπολογισμούς πιθανών τελών συμφόρησης, για παράδειγμα στην αναφορά Smeed (Ministry of Transport, 1964).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΟΔΙΚΗ ΔΙΑΤΙΜΗΣΗ

2.1. Η ΟΔΙΚΗ ΔΙΑΤΙΜΗΣΗ ΩΣ ΜΕΤΡΟ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Η κυκλοφοριακή συμφόρηση ταλαιπωρεί χιλιάδες εργαζόμενους καθημερινά. Το κόστος λόγω καθυστερήσεων και λόγω καυσίμων είναι πολύ υψηλό. Επιπλέον τα σταματημένα λόγω της συμφόρησης αυτοκίνητα αυξάνουν την μόλυνση του αέρα.

Η πολιτική των μεταφορών εστιάζεται όλο και περισσότερο στη διαχείριση της ζήτησης με τρόπο ώστε να αυξάνεται το επίπεδο εξυπηρέτησης του οδικού δικτύου. Αυτό, σε συνδυασμό με την επιθυμία των πολιτών για αποσυμφορημένους δρόμους, των οικολογικών οργανώσεων για υγιεινότερο περιβάλλον και την γρήγορη πρόοδο της τεχνολογίας στα συστήματα συλλογής διοδίων, ανανέωσαν το ενδιαφέρον για την οδική διατίμηση.

Η οδική διατίμηση θα επιβαρύνει αυτούς που επιθυμούν να μετακινούνται κατά τη διάρκεια περιόδων αιχμής, μέσω στρατηγικών που περιλαμβάνουν διόδια σε δρόμους και γέφυρες, τέλη εισόδου σε περιοχές στις οποίες παρατηρείται κυκλοφοριακή συμφόρηση και αλλαγές στον τρόπο χρέωσης της στάθμευσης. Όταν ερχονται αντιμέτωποι με την οδική διατίμηση, ορισμένοι οδηγοί θα προτιμήσουν να αλλάξουν

οδική διατίμηση, ορισμένοι οδηγοί θα προτιμήσουν να αλλάξουν προορισμό, ώρα μετακίνησης ή δρόμο. Αυτές οι αλλαγές στους τρόπους μετακίνησης θα μειώσουν την συμφόρηση και θα εξοικονομήσουν χρόνο για τους οδηγούς οι οποίοι θα είναι πρόθυμοι να πληρώσουν το τέλος.

Η οδική διατίμηση αναμφισβήτητα μειώνει την κυκλοφοριακή συμφόρηση, αλλά είναι ένα θέμα υπό αμφισβήτηση. Οι οδηγοί είναι συνηθισμένοι να πληρώνουν για καύσιμα και φόρους. Σύλλογοι που αντιπροσωπεύουν τους οδηγούς σε τοπικό και εθνικό επίπεδο αντιτίθενται σε κάθε είδους χρέωση στη χρήση του δικτύου. Πολλοί υποστηρίζουν ότι η χρέωση αυτή δεν είναι δίκαια ως προς τους οδηγούς που έχουν χαμηλό εισόδημα ή ως προς τους οδηγούς που δεν επιθυμούν να πληρώσουν, αλλά δεν έχουν άλλη επιλογή.

Όταν μία προσφερόμενη υπηρεσία είναι δωρεάν ή προσφέρεται σε χαμηλή τιμή, η ζήτηση θα ξεπεράσει την προσφορά. Αυτό, στην περίπτωση του οδικού δικτύου, εκφράζεται με την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Οι οικονομολόγοι υποστηρίζουν ότι οι αποφάσεις για μετακίνηση παίρνονται σε συνάρτηση με το ολικό κόστος της μετακίνησης, το οποίο περιλαμβάνει το οικονομικό κόστος της μετακίνησης, συν το κόστος του χρόνου που χάνεται κατά τη μετακίνηση αυτή.

Παρά το γεγονός ότι η δωρεάν χρήση του οδικού δικτύου προκαλεί κυκλοφοριακή συμφόρηση κατά τις ώρες αιχμής, είναι πολλοί οι οδηγοί που δέχονται να υποστούν τις καθυστερήσεις αυτές. Υπάρχει βέβαια και το τμήμα των οδηγών που προτιμούν να αλλάξουν τον τρόπο μετακίνησής τους ώστε να αποφύγουν την καθυστέρηση των ωρών αιχμής. Ένας λόγος που ο αριθμός αυτών των οδηγών δεν είναι αρκετά μεγάλος ώστε να έχει επίδραση στην αποσυμφόρηση της οδού είναι ότι οι οδηγοί που χρησιμοποιούν μια οδό κατά τη διάρκεια της περιόδου αιχμής, δεν είναι

υποχρεωμένοι να πληρώσουν για τις καθυστερήσεις που προκαλούν ο ένας στον άλλον.

Μια εικόνα του προβλήματος δίνει η θεώρηση ενός τμήματος οδού ταχείας κυκλοφορίας μήκους 8 χλμ και ωριαίου φόρτου 2000 οχημάτων. Αυτός ο φόρτος είναι αρκετά υψηλός, κοντά στην ικανότητα της οδού. Όσο πλησιάζει αυτό το όριο, παρατηρούνται δυσκολίες στην κίνηση των αυτοκινήτων και η ταχύτητα πέφτει. Μετρήσεις οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι υπό αυτές τις συνθήκες, η διαδρομή για ένα όχημα κατά μέσο όρο διαρκεί 25 λεπτά [Wohl and Hendrickson 1984, 290]. Το επόμενο όχημα που θα μπει στον αυτοκινητόδρομο θα έχει μία διαδρομή ελάχιστα μεγαλύτερη από 25 λεπτά, αλλά θα προσθέσει περίπου μισή ώρα καθυστέρηση η οποία θα μοιραστεί σε όλους τους άλλους οδηγούς που θα ακολουθήσουν. Αυτή η καθυστέρηση ίσως θεωρηθεί ελάχιστη όταν μοιραστεί στους χιλιάδες οδηγούς που θα ακολουθήσουν τις επόμενες ώρες, αλλά αυξάνεται όσο κι άλλοι οδηγοί εισέρχονται στην οδό. Αν ακολουθήσουν 400 οδηγοί, οι πρώτοι, θα πραγματοποιήσουν τη διαδρομή σε λίγο περισσότερο από 25 λεπτά. Οι τελευταίοι όμως, θα χρειαστούν 34 λεπτά για να διανύσουν τα θεωρούμενα 8 χλμ. Σε αυτό το παράδειγμα δηλαδή 20% αύξηση του φόρτου της οδού έχει σαν αποτέλεσμα 36% αύξηση του χρόνου που χρειάζεται για την πραγματοποίηση της διαδρομής [Curbing Gridlock, Vol. 1].

Η οδική διατίμηση θα επιτρέψει στους οδηγούς να πραγματοποιούν διαδρομές κατα τις ώρες αιχμής σε οδούς με χαμηλότερους φόρτους, αλλά μόνο αν αυτοί οι οδηγοί είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν για τις καθυστερήσεις που επιβάλλουν στους άλλους.

Το να υποχρεωθούν οι οδηγοί να πληρώσουν για τις καθυστερήσεις που επιβάλλουν στους άλλους θα τους οδηγήσει να κάνουν άλλες επιλογές. Μπορεί να αποφασίσουν να πραγματοποιήσουν τη διαδρομή

κάποια άλλη χρονική στιγμή, να ακολουθήσουν κάποια άλλη διαδρομή, να αλλάξουν μεταφορικό μέσο ή να ματαιώσουν τη μετακίνηση. Η τιμή τέλους θα τεθεί σε επίπεδο που θα μειώνει το φόρτο στα επιθυμητά επίπεδα.

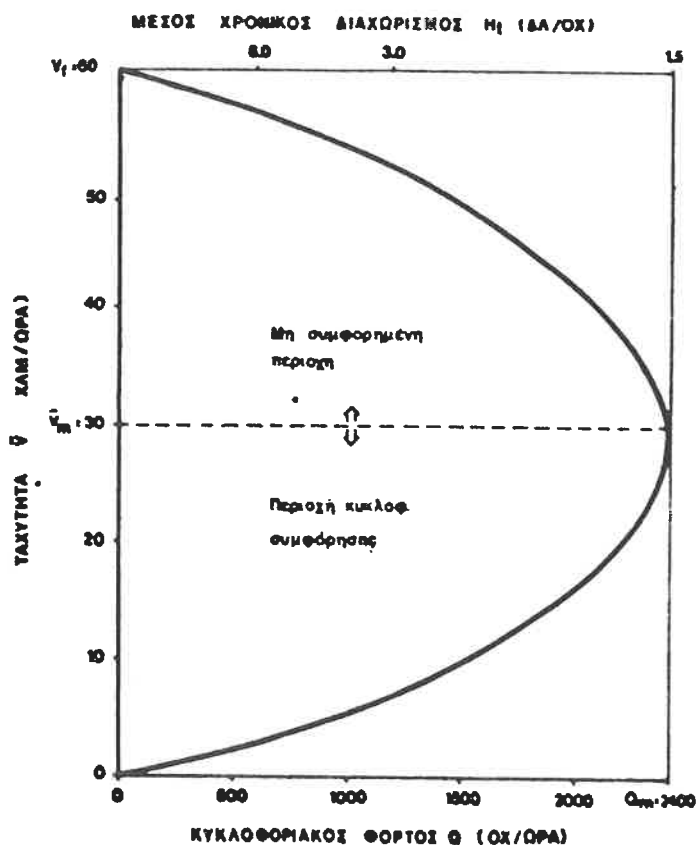
2.2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΔΙΑΤΙΜΗΣΗΣ

Συνήθης αντιμετώπιση στα κυκλοφοριακά προβλήματα είναι η αύξηση της προσφοράς με την κατασκευή νέων δρόμων ή λωρίδων κυκλοφορίας. Αυτή όμως η αντιμετώπιση παρουσιάζει προβλήματα, το κυριότερο από τα οποία είναι το υψηλό κόστος κατασκευής αυτών των έργων. Ακόμη με την αύξηση της προσφοράς παρατηρείται αύξηση της ζήτησης και συνεπώς σύντομα επικρατούν και στο νέο έργο συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης.

Η βασική θεωρία της οδικής διατίμησης βασίζεται στα διαγράμματα ταχύτητας κυκλοφορίας - κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας κυκλοφορίας - πυκνότητας.

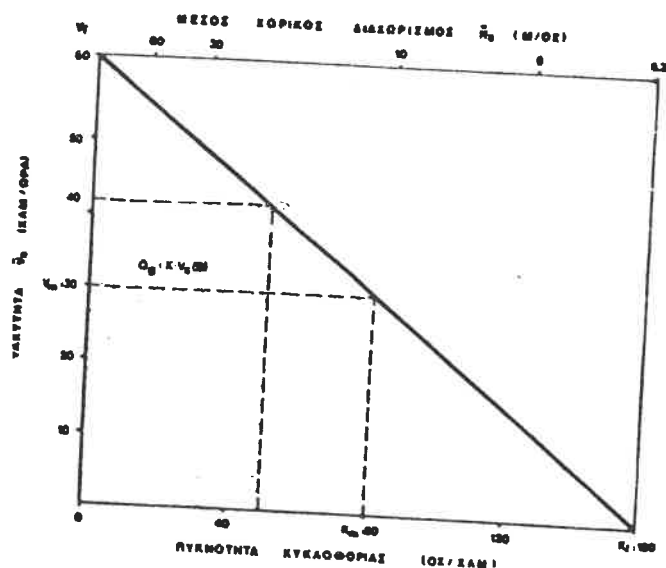
Η σχέση ταχύτητας κυκλοφορίας και κυκλοφοριακού φόρτου έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές πρακτικές μελέτες κυρίως σε σχέση με την κυκλοφοριακή ικανότητα τμήματος οδού ή δικτύου. Για κυκλοφοριακό φόρτο περίπου ίσο με μηδέν η ταχύτητα κυκλοφορίας θα είναι ίση με την ταχύτητα ελεύθερης ροής. Όσο αυξάνει ο κυκλοφοριακός φόρτος η ταχύτητα κυκλοφορίας μειώνεται μέχρι το σημείο που ο κυκλοφοριακός φόρτος θα είναι μέγιστος. Από το σημείο αυτό και μετά, τόσο ο κυκλοφοριακός φόρτος όσο και η ταχύτητα μειώνονται μέχρι να μηδενιστούν. Η θεωρητική μορφή της καμπύλης φόρτου - ταχύτητας φαίνεται στο σχήμα 2.2.1.

Κατ αναλογία για τη σχέση ταχύτητας και πυκνότητας κυκλοφορίας θα πρέπει όσο αυξάνει η πυκνότητα να μειώνεται η ταχύτητα κυκλοφορίας. Για πυκνότητα κυκλοφορίας περίπου ίση με το μηδέν ή ταχύτητα κυκλοφορίας είναι η ταχύτητα ελεύθερης ροής. Για πυκνότητα κυκλοφορίας ίση με την πυκνότητα συμφόρησης η ταχύτητα είναι και πάλι ίση με το μηδέν. Η θεωρητική σχέση ταχύτητας και πυκνότητας κυκλοφορίας είναι αυτή του σχήματος 2.2.2 όπου για απλούστευση έχει θεωρηθεί γραμμική. Θεωρητικά η γραμμή του σχήματος δεν τέμνει τον άξονα των ταχυτήτων γιατί στην πραγματικότητα η πυκνότητα δεν είναι μηδέν αφού θα πρέπει πάντα να υπάρχει έστω και ένα όχημα που θα κινείται με την ταχύτητα ελεύθερης ροής.



Σχήμα 2.2.1 Θεωρητική μορφή σχέσης φόρτου και ταχύτητας κυκλοφορίας [Σχεδιασμός των μεταφορών και κυκλοφοριακή τεχνική, Ι.Μ. Φραντζεσκάκης, Γ.Α. Γιαννόπουλος].

Η μορφή της καμπύλης ταχύτητας - κυκλοφοριακού φόρτου στην περιοχή που ο φόρτος πλησιάζει την ικανότητα είναι χαρακτηριστική για την θεωρία της οδικής διατίμησης. Η καμπύλη του σχήματος 2.2.1 μπορεί να μετατραπεί από χιλιόμετρα ανά ώρα σε ώρα ανά χιλιόμετρο, το οποίο μετράει χρονική διάρκεια διαδρομής [Σχεδιασμός των μεταφορών και κυκλοφοριακή τεχνική, Ι.Μ. Φραντζεσκάκης, Γ.Α. Γιαννόπουλος].

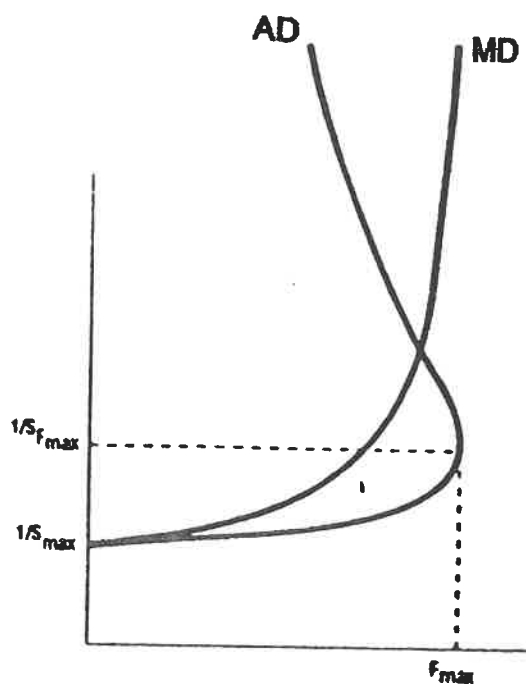


Σχήμα 2.2.2 Θεωρητική μορφή σχέσης ταχύτητας και πυκνότητας κυκλοφορίας [Σχεδιασμός των μεταφορών και κυκλοφοριακή τεχνική, Ι.Μ. Φραντζεσκάκης, Γ.Α. Γιαννόπουλος].

Όταν η ταχύτητα είναι στη μέγιστη τιμή της, οι καθυστερήσεις ελαχιστοποιούνται. Όσο όμως ο αριθμός των οδηγών αυξάνεται η μέση καθυστέρηση αυξάνεται. Αυτό φαίνεται με την καμπύλη AD στο σχήμα 2.2.3. Από αυτό συνεπάγεται ότι η συμβολή στην καθυστέρηση από κάθε έναν οδηγό ξεχωριστά αυξάνεται εκθετικά. Αυτή είναι η οριακή καθυστέρηση που φαίνεται από την καμπύλη MD του σχήματος 2.2.3. Η οριακή καθυστέρηση είναι η αύξηση στην συνολική καθυστέρηση σε μία

οδό ή τμήμα οδού που προκαλείται με την είσοδο ενός οδηγού στην συγκεκριμένη οδό.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 2.2.3 η καμπύλη της οριακής καθυστέρησης τοποθετείται πολύ υψηλότερα από την καμπύλη της μέσης καθυστέρησης και οι τιμές της αυξάνονται γρηγορότερα. Δηλαδή η συμβολή του κάθε οδηγού στην καθυστέρηση είναι πολύ μεγαλύτερη από την καθυστέρηση που ο ίδιος αντιλαμβάνεται (AD: μέση καθυστέρηση, MD:οριακή καθυστέρηση).

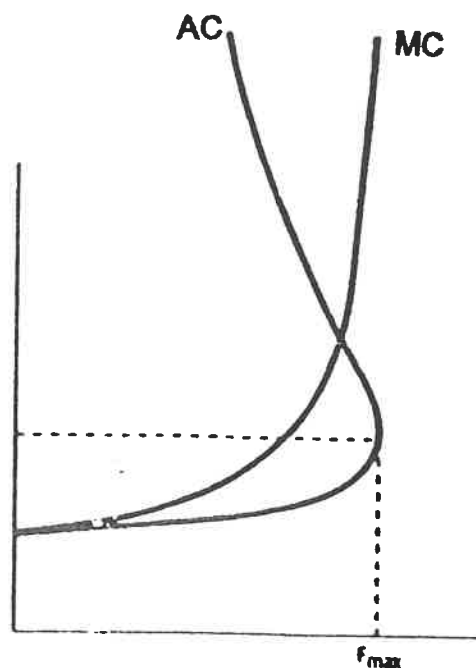


σχήμα 2.2.3 Καμπύλη μέσης καθυστέρησης και καμπύλη οριακής καθυστέρησης [Curbing Griddlock, Vol.1].

Αν η καθυστέρηση πολλαπλασιαστεί με την τιμή του χρόνου και προστεθούν σε αυτήν την τιμή και τα έξοδα για καύσιμα, τότε μπορεί να γίνει μία εκτίμηση του μέσου κόστους, το οποίο συμβολίζεται με AC στο σχήμα 2.2.4. Ομοιотρόπως, η οριακή καθυστέρηση αντιστοιχίζεται με την καμπύλη του οριακού κόστους MC. Το οριακό κόστος δίνει το κόστος με

το οποίο επιβαρύνονται όλοι οι οδηγοί που βρίσκονται σε ένα οδικό τμήμα όταν ένα όχημα προστεθεί στα ήδη υπάρχοντα σε αυτό το οδικό τμήμα οχήματα. (σχήμα 2.2.4).

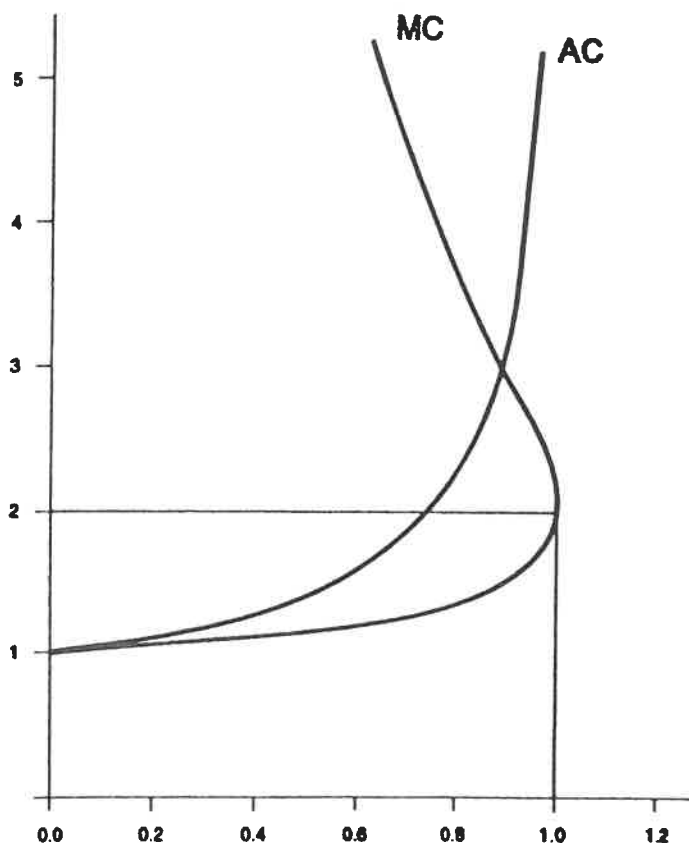
Όπως και με τις καμπύλες των καθυστερήσεων, έτσι και οι καμπύλες του κόστους συσχετίζονται στενά και βασίζονται στις ίδιες πληροφορίες και δεδομένα, αλλά είναι τελείως διαφορετικές μεταξύ τους. Το μέσο κόστος AC είναι το ολικό κόστος διανεμημένο με την τιμή του κυκλοφοριακού φόρτου ενώ το οριακό κόστος είναι ίσο με την αλλαγή στο ολικό κόστος που επιφέρει η κάθε αλλαγή στην κυκλοφοριακή ροή.



Σχήμα 2.2.4. Καμπύλη του μέσου κόστους και καμπύλη του οριακού κόστους [Curbing Griddlock, Vol.1].

Η θεωρία της οδικής διατίμησης περιγράφηκε από τους Mohring και Anderson το 1994 ως εξής:

Οι οδηγοί υφίστανται την κυκλοφοριακή συμφόρηση και συμβάλλουν σε αυτή. Αν ένας οδηγός υποχρεωθεί να απομακρυνθεί από έναν δρόμο υπό συμφόρηση κερδίζει χρόνο και ο ίδιος αλλά και οι υπόλοιποι οδηγοί που βρίσκονται εκείνη την ώρα στον συγκεκριμένο δρόμο. Αν με την επιβολή της οδικής διατίμησης απομακρυνθεί ορισμένος αριθμός οχημάτων τότε ο χρόνος που εξοικονομάται είναι ίσος με το χρόνο που παρήγαγε το απομακρυνόμενο όχημα επι τον αριθμό των οχημάτων που επηρέασε το μέτρο.



Σχήμα 2.2.5 Σχέση μεταξύ του λόγου φόρτου προς ικανότητα και χρόνου διαδρομής [Curbing Gridlock, Vol.1].

Ένας κανόνας ασφαλούς οδικής συμπεριφοράς είναι τα οχήματα κατά την κίνησή τους να έχουν απόσταση μεταξύ τους ένα Ι.Χ. αυτοκίνητο για κάθε 10 μίλια ανά ώρα ταχύτητα. Αν οι οδηγοί ακολουθούν αυτόν τον κανόνα και θεωρηθεί μέση ταχύτητα κίνησης 60 μίλια ανά ώρα τότε κατασκευάζεται το σχήμα 2.2.5, το οποίο δίνει τη σχέση του λόγου κυκλοφοριακού φόρτου προς ικανότητα με το οριακό MC και το μέσο κόστος AC ανά μίλι. Η κυκλοφοριακή ικανότητα θεωρείται ίση με 2000 ΜΕΑ ανά ώρα ανά λωρίδα [Curbing Gridlock, Vol.1].

Η καμπύλη AC δείχνει το κόστος του χρόνου διαδρομής που υφίστανται απ ευθείας οι οδηγοί. Η καμπύλη MC δείχνει αυτό το κόστος συν το κόστος που ο κάθε χρήστης επιβάλλει στους υπολοίπους με την παρουσία του. Η καμπύλη AC δείχνει ένα πολύ συνηθισμένο φαινόμενο στις οδούς ταχείας κίνησης: η μέγιστη ροή επιτυγχάνεται για ταχύτητα 30 μίλια ανά ώρα.

Όταν οι οδηγοί έρχονται αντιμέτωποι με την χρέωση που αντιπροσωπεύει το κοινωνικό κόστος της χρήσης ενός αυτοκινητόδρομου που βρίσκεται σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης τότε πληρώνουν το τέλος και κερδίζουν χρόνο. Οι οδηγοί με χαμηλή αξία χρόνου θα προτιμήσουν άλλες λύσεις όπως μεταβολή της ώρας πραγματοποίησης της διαδρομής ή αλλαγή διαδρομής ή ματαίωσή της κλπ. Η προθυμία των οδηγών να πληρώσουν για τη χρήση του οδικού δικτύου είναι ο δείκτης της νέας απαιτούμενης ικανότητας.

Η οδική διατίμηση είναι συχνά μια δικαιότερη μέθοδος χρηματοδότησης ενός αυτοκινητοδρόμου από ότι μέσω της φορολογίας γιατί επιβαρύνει τους οδηγούς που επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν τον συγκεκριμένο αυτοκινητόδρομο κατά τη διάρκεια της ώρας αιχμής. Μειονέκτημα αποτελεί βέβαια το ότι οι οδηγοί έχουν διαφορετικά εισοδήματα και διαφορετική ικανότητα για πληρωμή (αν και πρέπει να

ληφθεί υπ όψη ότι τα υπάρχοντα έξοδα μετακίνησης με τις σημερινές συνθήκες, κυρίως τα καύσιμα και οι φόροι είναι εξίσου υψηλά). Στην οικονομική θεωρία της οδικής διατίμησης η έλλειψη δίκαιας διανεμημένης πληρωμής αντισταθμίζεται με την πολιτική της διάθεσης των εσόδων, δηλαδή επιστροφή μέσω φορολογικών απαλλαγών στους οδηγούς χαμηλότερου εισοδήματος [Curbing Griddlock, Vol.1].

Οι μελετητές της οδικής διατίμησης έχουν αντιμετωπίσει τη δυσκολία της εκτίμησης του κοινωνικού κόστους, στην συγκεκριμένη περίπτωση της αξίας του χρόνου (Zettel και Carl 1964, Meyer et al. 1965, Altschulter 1979). Η έλλειψη ακρίβειας κάνει την εκτίμηση του τέλους κυκλοφοριακής συμφόρησης αρκετά δυσχερή. Οι Wohl και Hendrickson (1984) πρότειναν τον πειραματισμό με διαφορετικές τιμές τέλους μέχρι να ξεκαθαριστεί η καταλληλότερη. Αυτή η μέθοδος όμως παρουσιάζει δυσκολίες. Δεδομένου ότι με την αύξηση των τελών δημιουργούνται προβλήματα, οι τοπικές αρχές δύσκολα θα μπορούσαν να πειραματιστούν με τιμές. Επιπλέον, λόγω καιρικών και άλλων συνθηκών, η ροή δεν μπορεί ποτέ να είναι προβλέψιμη.

2.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΔΙΑΤΙΜΗΣΗΣ

Η οδική διατίμηση μπορεί να πάρει διάφορες μορφές. Το πιο απλό παράδειγμα είναι να τεθεί ένα επιπλέον τέλος σε υπάρχοντα διόδια, ή να τεθεί κάποιο τέλος σε ώρες αιχμής σε μία οδό, γέφυρα, κλπ. Η χρέωση αυτή μπορεί να διαφοροποιείται κατά ώρες ανάλογα με τη ζήτηση και τον επιθυμητό φόρτο. Σε πιο πολύπλοκες μορφές μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους δρόμους μίας περιοχής με πρόβλημα συμφόρησης και η χρέωση να ποικίλλει αναλόγως του φόρτου και της διανυόμενης διαδρομής.

Πρακτικά η οδική διατίμηση μπορεί να πάρει έξι βασικές μορφές.

- Διόδια σε σημείο. Όταν ένας οδηγός περνάει από ένα συγκεκριμένο σημείο χρεώνεται ένα τέλος, ανεξάρτητα της διαδρομής που θα ακολουθήσει μετά.
- Δακτύλιος. Εκεί οι χρήστες που θέλουν να εισέρθουν σε μία περιοχή πληρώνουν διόδια σε κάθε είσοδο αυτής της περιοχής.
- Ζώνη, όπου χρεώνονται και οι οδηγοί που κινούνται μέσα στην περιοχή.
- Υψηλότερη χρέωση για στάθμευση στη συγκεκριμένη περιοχή.
- Χρέωση ως προς την απόσταση που διανύει ο οδηγός μέσα στην υπό συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης περιοχή.
- .
- Ειδική χρέωση κατά την οποία η χρέωση είναι συνάρτηση και του χρόνου κίνησης και της απόστασης που διανύθηκε.

Οι μόνες μορφές που χρησιμοποιούνται μέχρι στιγμής είναι ο δακτύλιος στην Σιγκαπούρη και η χρέωση ανάλογα με την απόσταση που εφαρμόζεται έξω από το Παρίσι. Ο δακτύλιος έχει ακόμα εφαρμοστεί σε τρεις Νορβηγικές πόλεις.

2.4 ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΩΦΕΛΗ

Η εφαρμογή της οδικής διατίμησης θα είναι μια σημαντική αλλαγή στο συγκοινωνιακό σύστημα η οποία θα επιφέρει σημαντικά ωφέλη, αλλά και κάποιοι θα είναι μη ωφελημένοι.

Η εμπειρία από διόδους έχει δείξει ότι οι οδηγοί ανταποκρίνονται σε αλλαγές στις τιμές. Οι οικονομολόγοι όταν αναφέρονται στη ζήτηση που αλλάζει ανάλογα με την τιμή χρησιμοποιούν τον όρο "ελαστικότητα". Η ελαστικότητα μετράται σε ποσοστό επί τοις εκατό. Ελαστικότητα με τιμή -2 σημαίνει ότι 1% αύξηση της τιμής έχει ως αποτέλεσμα 2% μείωση της ζήτησης. Αναλύσεις από αποκρίσεις στις αλλαγές των τελών μετακίνησης έδωσαν σαν αποτέλεσμα ελαστικότητα στη ζήτηση που κυμαίνεται από 0,1 έως 0,4. Αυτή η τιμή εξαρτάται από την χρέωση, από την τιμή της μετακίνησης που υπήρχε πριν από την επιβολή της χρέωσης καθώς και από τις υπάρχουσες εναλλακτικές λύσεις [Bhatt, Vol. 2]. Αν και αυτή η απόκριση μπορεί να θεωρηθεί ανελαστική αν συγκριθεί με άλλες προσφερόμενες υπηρεσίες, η αύξηση της τιμής μιας μετακίνησης οδηγεί στη μείωση της ζήτησης για τη συγκεκριμένη μετακίνηση.

Η οδική διατίμηση στους αυτοκινητόδρομους θα έχει ένα πλήθος επιπτώσεων σε ολόκληρο το σύστημα των μεταφορών, απομακρύνοντας τη ζήτηση για μετακίνηση από τις ώρες αιχμής. Η ζήτηση αυτή θα εξυπηρετηθεί στις ώρες εκτός αιχμής, βελτιώνοντας έτσι το βαθμό χρησιμοποίησης του συγκεκριμένου οδικού τμήματος. Πολλοί οδηγοί θα συνεχίσουν να μετακινούνται στις ώρες αιχμής, θα υπάρξει όμως κάποια αλλαγή στη διαδρομή ή ακόμη και στον τρόπο μετακίνησης, για παράδειγμα θα μοιράζονται τη διαδρομή με άλλους και αυτό επίσης θα αυξήσει την αποτελεσματικότητα του δικτύου αφού θα αυξηθεί ο αριθμός των επιβατών ανά αυτοκίνητο.

Όπως και σε άλλους μηχανισμούς της αγοράς, η επιβάρυνση από την εφαρμογή της οδικής διατίμησης, αποτελεί ένα μεγάλο ποσοστό του εισοδήματος των οδηγών με χαμηλό εισόδημα. Αυτοί οι οδηγοί είναι οι πιο πιθανοί να αλλάξουν τρόπο μετακίνησης ώστε να αποφύγουν τα τέλη. Μέρος των εσόδων από την διατίμηση μπορεί να τους επιστραφεί με τη μορφή φορολογικών απαλλαγών.

Αντικείμενο μελέτης αποτελεί το ποσοστό αυτών που ζημιώνονται καθώς και οι αλλαγές στο χρόνο και τον τρόπο μετακίνησης για όλες τις τάξεις εισοδήματος καθώς και αναλύσεις για το πώς τα έσοδα από τη διατίμηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να μειωθεί η ζημία για τους οδηγούς χαμηλού εισοδήματος [Small, 1983].

Αν και τα έσοδα από τη διατίμηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να συμβιβάσουν όλες τις ομάδες εισοδήματος, κάποιοι θα εξακολουθήσουν να είναι σε μειονεκτική θέση. Η οδική διατίμηση ωθεί κάποιους οδηγούς να αλλάξουν οδική συμπεριφορά. Χρήστες με τη χαμηλότερη αξία χρόνου είναι οι πιο πιθανοί να αλλάξουν το χρόνο μετακίνησής τους ή να μοιραστούν μία διαδρομή. Εργαζόμενοι με λιγότερο ελαστικά ωράρια έχουν πολύ μικρή δυνατότητα να μετακινηθούν κάποια άλλη χρονική στιγμή ώστε να αποφύγουν το τέλος. Εργαζόμενοι γονείς ασχέτως επαγγέλματος δεν μπορούν να αλλάξουν ώρα μετακίνησης.

Ανακεφαλαιώνοντας, οι πιθανοί ωφελημένοι από την οδική διατίμηση είναι:

- Οδηγοί με υψηλή αξία χρόνου (η αξία του χρόνου που κερδίζουν είναι μεγαλύτερη από το ποσό που πληρώνουν).

- Οι χρήστες λεοφωρείων ή άλλων μέσων μαζικής μεταφοράς (η χρέωση, αν υπάρχει, κατανέμεται σε πολλούς επιβάτες)
- Όσοι χρησιμοποιούν το οδικό δίκτυο επαγγελματικά.
- Αυτοί που κερδίζουν χρήματα από την οδική διατίμηση.

Πιθανοί ζημιωμένοι από την οδική διατίμηση είναι:

- Οδηγοί με χαμηλή αξία χρόνου που δεν μπορούν να αποφύγουν τη χρέωση ελλείψει εναλλακτικών.
- Οδηγοί με χαμηλή αξία χρόνου που ακολουθούν μία εναλλακτική αλλά λιγότερο εξυπηρετική λύση για τη μετακίνησή τους.
- Οδηγοί που ματαιώνουν ορισμένες μετακινήσεις για να αποφύγουν τη χρέωση.
- Ορισμένοι που χρησιμοποιούν το δίκτυο για επαγγελματικούς λόγους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΘΗΝΑ

Γιά την διερεύνηση τόσο της οδικής διατίμησης και των αποτελεσμάτων που μπορεί να επιφέρει στην κυκλοφορία όσο και των εσόδων που προκύπτουν από την εφαρμογή της, κατασκευάστηκε ένα υποθετικό σενάριο που περιλαμβάνει ένα δίκτυο έργων στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας.

Τα έργα αυτά είναι η υπο κατασκευή λεωφόρος Σταυρού - Ελευσίνας καθώς και σήραγγα που αποτελείται από δύο διασταυρούμενους κλάδους που θεωρείται ότι βρίσκονται κάτω από τμήματα του επιφανειακού δικτύου της πόλης [Σχήμα 3.1]

Ακραία σημεία εισόδου και εξόδου της σήραγγας θεωρούνται:

-Στην λεωφόρο Κηφισίας στην διασταύρωση με την οδό Καποδιστρίου στο ύψος των συνόρων των δήμων Φιλοθέης και Αμαρουσίου.

-Στην λεωφόρο Κωνσταντινουπόλεως, στο ύψος του σταθμού Λαρίσης.

-Στην οδό Φειδιππίδου, στη διασταύρωση με την λεωφόρο Μεσογείων.

-Στην διασταύρωση των λεωφόρων Καλλιρρόης και Συγγρού.

Ενδιάμεσα σημεία εισόδου και εξόδου θεωρούνται:

-Στην λεωφόρο Κηφισίας, στην διασταύρωση με την οδό Κατεχάκη. Οι εισοδοί και οι εξοδοί τοποθετούνται με τέτοιον τρόπο ώστε να μπορούν να εξυπηρετηθούν από την σήραγγα όχι μόνο τα κύρια ρεύματα της λεωφόρου Κηφισίας, αλλά και τα ρεύματα που έρχονται από την οδό Κατεχάκη και από το Παλιό Ψυχικό.

-Στην λεωφόρο Αλεξάνδρας στο ύψος του Πεδίου τού Αρεως. Στο συγκεκριμένο σημείο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και τμήμα του πεζοδρομίου για την κατασκευή της ράμπας εισόδου - εξόδου.

-Στην λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας στο ύψος του ξενοδοχείου Χίλτον.

Οι κλάδοι της σήραγγας θεωρείται ότι συνδέονται μεταξύ τους με κόμβο, ο οποίος βρίσκεται κάτω από τον κομβο των Αμπελοκήπων. Η ρύθμιση της κυκλοφορίας μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως

προτεραιότητας, διαχωρισμός κινήσεων κλπ, οι οποίοι δεν αποτελούν αντικείμενο έρευνας στην παρούσα εργασία.

Σε αυτό το σημείο δεν υπάρχει είσοδος και έξοδος από την σήραγγα, αφού κάτι τέτοιο δεν επιτρέπει η γεωμετρία της οδού. Επιπλέον κατασκευή ράμπας εισόδου και εξόδου στον κόμβο των Αμπελοκήπων δεν κρίνεται απαραίτητη, αφού αυτές οι κινήσεις μπορούν να εξυπηρετηθούν από το πλησιέστερο σημείο εισόδου και εξόδου που βρίσκεται στην διασταύρωση της οδού Φειδιππίδου με την λεωφόρο Μεσογείων. Εξάλλου, υπόγεια κίνηση με είσοδο στον κόμβο των Αμπελοκήπων και έξοδο στην διασταύρωση Φειδιππίδου και Μεσογείων δεν κρίνεται σκόπιμο να υπάρχει.

Η θέση της σήραγγας καθώς και τα σημεία εισόδου - εξόδου επιλέχτηκαν έτσι ώστε να καλύπτονται με το υπόγειο δίκτυο οι διαμπερείς μετακινήσεις σε τμήματα του οδικού δικτύου με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο. Με αυτόν τον τρόπο για τις μετακινήσεις αυτές θα χρησιμοποιηθεί το υπόγειο δίκτυο, ενώ στο επιφανειακό δίκτυο θα παραμείνουν οι μετακινήσεις για την πραγματοποίηση των οποίων χρησιμοποιούνται για μικρή έκταση οι κύριες οδικές αρτηρίες. Έτσι η κυκλοφορία θα μοιραστεί στα δύο δίκτυα, το υπόγειο και το επιφανειακό, με αποτέλεσμα την αποφυγή του κορεσμού κατά τις ώρες αιχμής.

Οι εισοδοί και οι εξοδοί από και προς την σήραγγα θεωρείται ότι θα γίνονται με ράμπες. Γιά το λόγο αυτό, κριτήριο γιά την επιλογή των σημείων εισόδου- εξόδου αποτέλεσε και η γεωμετρία της οδού στα εν λόγω σημεία. Στα ακραία σημεία της σήραγγας εξετάστηκε το κατά πόσο θα επέτρεπε την διάθεση ενός τμήματος πλάτους 3,5 μέτρων, δηλαδή περίπου μίας λωρίδας κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση γιά ορισμένο μήκος, το οποίο θα χρησιμεύσει στην κατασκευή της ράμπας. Στα ενδιάμεσα σημεία εισόδου και εξόδου της σήραγγας, στα οποία έχουμε είσοδο και

έξοδο προς τις δύο κατευθύνσεις, χρειάζεται να διατεθεί για τις ράμπες εισόδου και εξόδου μεγαλύτερο τμήμα της οδού.

Ένας από τους σκοπούς της συγκεκριμένης εργασίας είναι να εκτιμηθεί η προθυμία του χρήστη του οδικού δικτύου να καταβάλλει ορισμένης τάξης μεγέθους τέλος, το οποίο θα του επιτρέψει να χρησιμοποιήσει την υποδομή που προτείνεται στο υποθετικό σενάριο, δηλαδή την σήραγγα ή την περιφερειακή λεωφόρο Σταυρού - Ελευσίνας.

Ένας τρόπος για να εκτιμηθεί η συμπεριφορά των οδηγών στις διάφορες διευθετήσεις που μπορούν να γίνουν στο δίκτυο είναι τα ερωτηματολόγια. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε για το συγκεκριμένο υποθετικό σενάριο, κατάλληλο ερωτηματολόγιο. Η προθυμία του χρήστη για καταβολή τέλους, συσχετίζεται στο ερωτηματολόγιο με ορισμένες άλλες παραμέτρους, οι οποίες κρίνουν το κατά πόσο η χρήση της νέας προτεινόμενης υποδομής θα διευκόλυνε τον χρήστη στην μετακίνηση του σε σχέση με την παρούσα κατάσταση του οδικού δικτύου.

Για μεγαλύτερη ακρίβεια στις εκτιμήσεις του κυκλοφοριακού φόρτου που προκύπτει και κατά συνέπεια και των εσόδων του έργου, θα πρέπει τα βασικά χαρακτηριστικά της μετακίνησης για τις οποίες ερωτήθηκαν οι χρήστες να είναι τα ίδια.

Σαν βασικά χαρακτηριστικά της μετακίνησης θεωρήθηκαν τα εξής:

-Ο σκοπός για τον οποίο πραγματοποιείται μία μετακίνηση (εργασία, αναψυχή κλπ.)

-Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η μετακίνηση, δηλαδή το μέσο με το οποίο πραγματοποιείται (μαζικές συγκοινωνίες, επιβατικά αυτοκίνητα κλπ.).

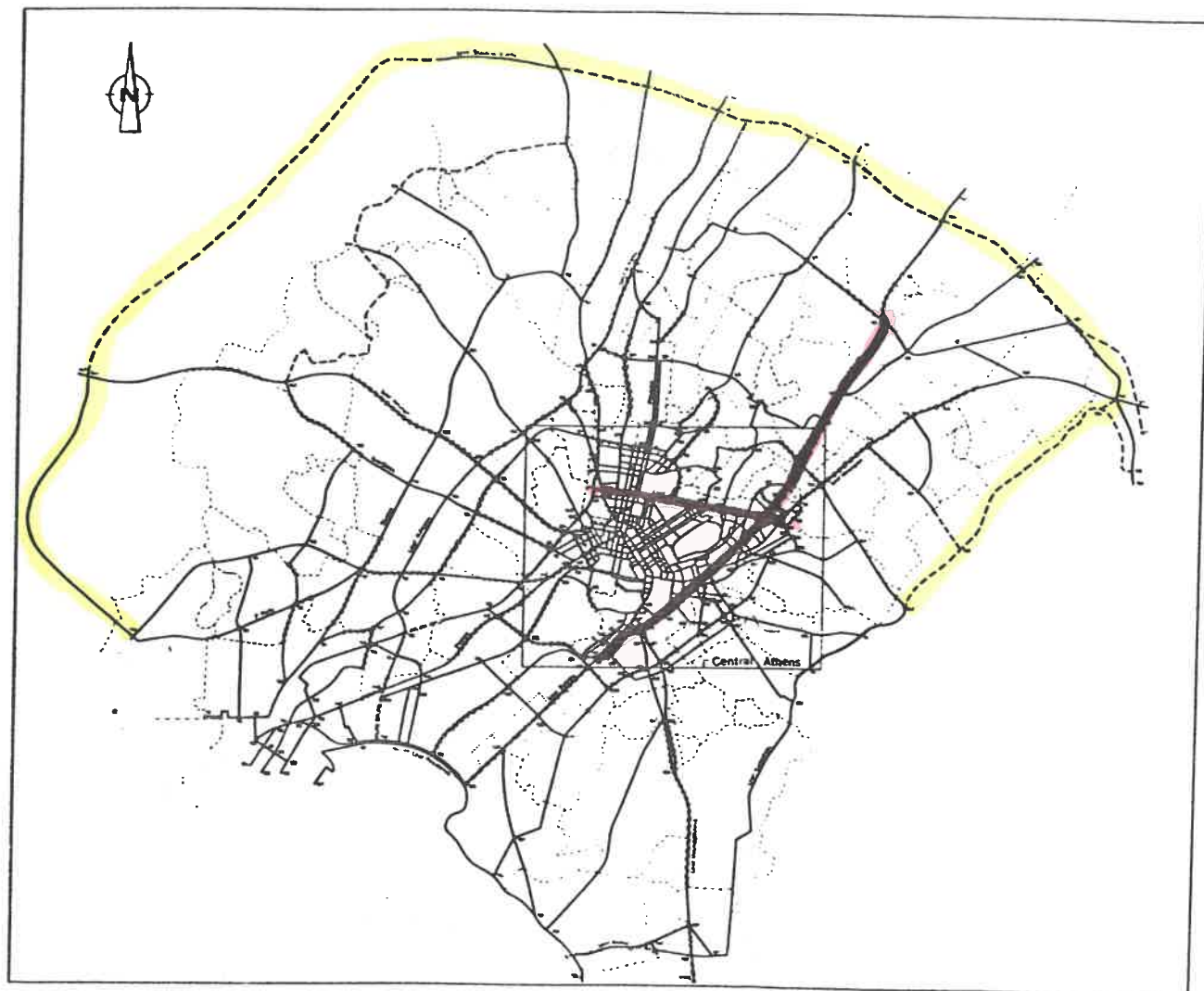
-Η χρονική περίοδος πραγματοποίησής της, δηλαδή ημέρα, ώρα κλπ. Μετακινήσεις με τα δύο άκρα τους μέσα στην πόλη θεωρούνται εσωτερικές μετακινήσεις, ενώ οι μετακινήσεις με το ένα ή και τα δύο άκρα τους εκτός πόλεως, θεωρούνται εξωτερικές μετακινήσεις. Τέλος, οι μετακινήσεις των προσώπων διακρίνονται σε εκείνες που ξεκινούν ή καταλήγουν στην οικία και αναφέρονται με τον γενικό όρο με βάση την οικία και στις μετακινήσεις εκτός οικίας.

Στο συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αναζητήθηκαν απαντήσεις για μετακινήσεις με βάση την οικία με σκοπό την εργασία, οι οποίες πραγματοποιούνται κατά την ώρα της πρωινής αιχμής. Βασικός λόγος για τον οποίο επιλέχτηκε αυτή η μετακίνηση είναι το γεγονός ότι είναι καθημερινά επαναλαμβανόμενη, οπότε ο χρήστης έχει μια ακριβέστερη άποψη για τις κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν και για τον χρόνο διάρκειάς της, αλλά και για την προθυμία του να χρεωθεί ορισμένο τέλος για την διευκόλυνσή του σε αυτή τη μετακίνηση.

Άλλος λόγος επιλογής της συγκεκριμένης μετακίνησης είναι η υψηλή συχνότητα εκτέλεσής της (καθημερινά), οπότε είναι ευχερέστερη η διεξαγωγή συμπερασμάτων για τα έσοδα που θα προέκυπταν από την εφαρμογή της οδικής διατίμησης σε μία τέτοια περίπτωση, δηλαδή για την ανταποδοτικότητα του έργου στην περίπτωση που θα το αναλάμβανε κάποια ιδιωτική εταιρία με την μέθοδο της αυτοχρηματοδότησης.

Θεωρήθηκαν μόνο εσωτερικές μετακινήσεις αφού οι απαντήσεις που θα χρησιμεύουν στην επεξεργασία αφορούν περιπτώσεις στις οποίες η κατασκευή της νέας προτεινόμενης υποδομής βελτιώνει τις συνθήκες κάτω από τις οποίες πραγματοποιείται η συγκεκριμένη μετακίνηση.

Τέλος, με την επιλογή για χρήση στο ερωτηματολόγιο της μετακίνησης με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ήταν ευχερέστερη η συλλογή επαρκούς μεγέθους δείγματος.



Σχήμα 3.1 Θέση της νέας προτεινόμενης υποδομής.

Με το έργο αυτό καλύπτονται μετακινήσεις οι οποίες για να γίνουν είναι μέχρι σήμερα υποχρεωτική η διέλευση από το κέντρο της πόλης. Επιπλέον τα σημεία εισόδου και εξόδου τοποθετήθηκαν περιφερειακά του δακτυλίου για να αποφευχθούν τα προβλήματα που θα δημιουργούσε η εμπλοκή με το δακτύλιο.

Το σύστημα χρέωσης θα βασίζεται τεχνολογικά χρήση κάρτας και καταγραφικών μηχανημάτων. Η χρέωση θα ξεκινάει τη χρονική στιγμή που το όχημα θα εισέρχεται σε αυτό το δίκτυο. Ακόμα μπορεί ενδοχομένως να περιλαμβάνει διαφοροποίηση της χρέωσης αναλόγως της ώρας, με υψηλότερο τέλος κατά τις ώρες αιχμής και χαμηλότερο τις ώρες εκτός αιχμής. Με αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί ομοιόμορφος κυκλοφοριακός φόρτος και αποφυγή συμφόρησης κατά την ώρα αιχμής.

Το δίκτυο της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών περιλαμβάνει περισσότερο από 2000 οδούς. Ο αριθμός των μετακινήσεων που φορτίζουν το δίκτυο καθημερινά εκτιμάται ότι είναι περί τις 4600000. Από αυτές, το 46% γίνονται με τα μέσα μαζικής μεταφοράς τα οποία αποτελούνται από ένα σύνολο 180 λεωφορειακών γραμμών με συνολικό μήκος 3300 km. Εκτιμάται ότι το 73% των μετακινήσεων με λεωφορεία χρησιμοποιεί μια λεωφορειακή για κάθε μετακίνηση. Το 24% χρειάζεται μία αλλαγή λεωφορειακής γραμμής για την επιθυμητή μετακίνηση και το υπόλοιπο 3% χρειάζεται πάνω από μια αλλαγή, δηλαδή χρησιμοποιεί τουλάχιστον 3 λεωφορεία για μια μετακίνηση [Α. Σταθόπουλος, Case study (demonstration) test modelling].

Η χρέωση θα απευθύνεται σε οδηγούς Ι.Χ. και σε ταξί. Τα λεωφορεία θα εξαιρεθούν. Δεν επιδιώκεται μείωση της συνολικής κινητικότητας και ενισχύεται η χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς. Οπότε, για την συγκεκριμένη έρευνα, αναζητήθηκαν χρήστες οι οποίοι

χρησιμοποιούν καθημερινά κατά την μετακίνησή τους από την οικία προς την εργασία Ι.Χ. αυτοκίνητα ή ταξί.

Με την συγκεκριμένη έρευνα εξετάζονται:

-Η προθυμία των χρηστών για καταβολή τέλους το οποίο θα τους επιτρέψει την χρήση της νέας προτεινόμενης υποδομής κατά την εκτέλεση της συγκεκριμένης μετακίνησης.

-Αν η απόκριση των χρηστών είναι κάποια εξαρτημένη μεταβλητή η οποία προκύπτει από μία σειρά ανεξάρτητων μεταβλητών όπως είναι ο χρόνος πριν την κατασκευή της νέας υποδομής, ο χρόνος μετά την κατασκευή και ο χρόνος με την χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. (Είναι προφανές ότι π.χ. χρήστες με χαμηλό χρόνο μετακίνησης με τα μέσα μαζικής μεταφοράς, δεν διατίθενται να χρεωθούν υψηλή τιμή τέλους για χρήση της νέας υποδομής)

-Πως η κατασκευή του συγκεκριμένου έργου θα επιρεάσει την κυκλοφορία στην Αθήνα. Θα εξεταστεί το πώς ο κυκλοφοριακός φόρτος στα διάφορα τμήματα του οδικού δικτύου μεταβάλλεται με την κατασκευή νέων έργων.

Ακολουθεί το ερωτηματολόγιο και το φύλλο κωδικοποίησής του.

Ε. Μ. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Αριθμός ερωτηματολογίου

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚ. ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Χ. ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ

Προθυμία χρήστη να πληρώσει για τη χρήση του οδικού δικτύου

Προτεινόμενη διαδρομή: απο την οικία προς την εργασία κατά την διάρκεια της πρωινής ώρας αιχμής.

1. Ονομα:

2. Περιοχή κατοικίας:

3. Περιοχή εργασίας:

4. Πως θα χαρακτηρίζατε το μέσο χρόνο εκτέλεσης της συγκεκριμένης διαδρομής με Ι.Χ. με τη χρήση της υπάρχουσας υποδομής λαμβάνοντας υπόψη την απόσταση και τις υπάρχουσες κυκλοφοριακές συνθήκες;
(υπογραμμίστε ανάλογα)

ΥΨΗΛΟΣ

ΜΕΣΟΣ

ΧΑΜΗΛΟΣ

Χρονικά πλαίσια:	υψηλός:	> 60 min
	μέσος:	40-60 min
	χαμηλός:	<40 min

5. Πως εκτιμάτε ότι θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ο χρόνος μετακίνησής σας με χρήση της νέας προτεινόμενης υποδομής αν υποτεθεί ότι τόσο στη Σταυρού - Ελευσίνας όσο και στη σήραγγα θα επικρατούν συνθήκες ελεύθερης ροής, με την παραδοχή ότι στο ήδη υπάρχον δίκτυο θα παραμένουν οι υπάρχουσες κυκλοφοριακές συνθήκες;

ΥΨΗΛΟΣ
ΜΕΣΟΣ
ΧΑΜΗΛΟΣ

6. Μέχρι τι ποσό θα είσασταν διατεθειμένοι να πληρώσετε ως διόδια για τη χρήση της νέας υποδομής;

ΥΨΗΛΟ
ΜΕΣΟ
ΧΑΜΗΛΟ

Χρηματικά πλαίσια: υψηλό: 1000 δρχ.
 μέσο: 500 δρχ.
 χαμηλό: 200 δρχ.

Ε. Μ. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚ. ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Χ. ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ

Αριθμός ερωτηματολογίου:

Προθυμία χρήστη να πληρώσει για τη χρήση του οδικού δικτύου

Προτεινόμενη διαδρομή: από την οικία προς την εργασία

χρόνος κίνησης με:				προθυμία χρήστη για καταβολή τέλους:		
				υψηλού	μέσου	χαμηλού
Ι.Χ. χρήση υπάρχουσας υποδομής	υψηλός	Ι.Χ. χρήση νέας υποδομής	υψηλός	MMM	υψηλός	☐
			μέσος	MMM	μέσος	☐
			χαμηλός	MMM	χαμηλός	☐
		μέσος	υψηλός	MMM	υψηλός	☐
			μέσος	MMM	μέσος	☐
			χαμηλός	MMM	χαμηλός	☐
	μέσος	Ι.Χ. χρήση νέας υποδομής	υψηλός	MMM	υψηλός	☐
			μέσος	MMM	μέσος	☐
			χαμηλός	MMM	χαμηλός	☐
		μέσος	υψηλός	MMM	υψηλός	☐
			μέσος	MMM	μέσος	☐
			χαμηλός	MMM	χαμηλός	☐
	χαμηλός	Ι.Χ. χρήση νέας υποδομής	υψηλός	MMM	υψηλός	☐
			μέσος	MMM	μέσος	☐
			χαμηλός	MMM	χαμηλός	☐
		μέσος	υψηλός	MMM	υψηλός	☐
			μέσος	MMM	μέσος	☐
			χαμηλός	MMM	χαμηλός	☐
	χαμηλός	Ι.Χ. χρήση νέας υποδομής	υψηλός	MMM	υψηλός	☐
			μέσος	MMM	μέσος	☐
			χαμηλός	MMM	χαμηλός	☐
		μέσος	υψηλός	MMM	υψηλός	☐
			μέσος	MMM	μέσος	☐
			χαμηλός	MMM	χαμηλός	☐

Με την κατασκευή του συγκεκριμένου δικτύου έργων, θα προκληθούν σημαντικές αλλαγές στις μετακινήσεις και στην επιλογή διαδρομής. Σημαντικό είναι να μπορέσουν να προβλεφθούν αυτές οι αλλαγές. Σύμφωνα με παλαιότερη εμπειρία στο συγκεκριμένο θέμα, η πρόβλεψη αυτή δεν πρέπει να βασίζεται σε μηχανισμό που υπολογίζει την αξία του χρόνου διαδρομής και την κατατάσσει αναλόγως με το εισόδημα, αλλά ο υπολογισμός της αξίας του χρόνου διαδρομής πρέπει να βασίζεται στην διαδρομή και το σκοπό που αυτή εξυπηρετεί (πχ. με βάση την οικία στην εργασία, από την εργασία στην οικία ή όχι με βάση την οικία) καθώς και στην ύπαρξη εναλλακτικών [Α. Σταθόπουλος, Συμβολή στη διερεύνηση της αξίας του χρόνου στις μεταφορές].

Οι χαρακτηρισμοί υψηλός, μέσος και χαμηλός, αναφέρονται στο χρόνο εκτέλεσης της συγκεκριμένης διαδρομής με χρήση της κάθε μίας εκ των τριών εναλλακτικών. Τόσο η διαβάθμιση στο χρόνο διαδρομής, όσο και στην προθυμία για καταβολή τέλους, μπορούν ή να τεθούν με αριθμητικές τιμές ή να καθοριστούν κατά την κρίση του ερωτούμενου μέσα σε ορισμένα κάθε φορά όρια. Οι διαδρομές θα καθοριστούν πιθανολογικά (η αποδοχή υψηλής τιμής τέλους αντιστοιχεί σε μεγάλη πιθανότητα χρησιμοποίησης της νέας υποδομής και χρέωσης, η αποδοχή μέσης τιμής αντιστοιχεί σε χρήση της παλαιάς υποδομής και η αποδοχή χαμηλής τιμής χρέωσης αντιστοιχεί σε χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς).

Γιά την εκτίμηση του χρόνου μετακίνησης προς την εργασία με χρήση της νέας προτεινόμενης υποδομής και για διευκόλυνση της εκτίμησης των ερωτούμενων, γίνεται η υπόθεση ότι δεν αλλάζουν οι κυκλοφοριακές συνθήκες στο υπόλοιπο δίκτυο. Στη σήραγγα θα επικρατούν συνθήκες ελεύθερης ροής.

Με τη χρήση του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου γίνεται εκτίμηση της προθυμίας του χρήστη να πληρώσει για την χρήση της νέας

προτεινόμενης υποδομής. Για το σκοπό αυτό ζητήθηκε από τους ερωτώμενους πρώτα να συγκρίνουν τον χρόνο που απαιτείται με την χρήση της υπάρχουσας υποδομής για να μεταβούν από την οικία προς την εργασία τους κατά την διάρκεια της πρωινής ώρας αιχμής με τον χρόνο που εκτιμούν ότι θα απαιτείτο με τη χρήση της νέας προτεινόμενης υποδομής κάτω από τις ίδιες κυκλοφοριακές συνθήκες. Στη συνέχεια ζητήθηκε να απαντήσουν μέχρι τι ποσό θα ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν για τη χρήση της νέας αυτής υποδομής.

Η ομαδοποίηση τόσο για το χρόνο όσο και για το χρηματικό ποσό έγινε σε τρεις κατηγορίες (υψηλός, μέσος, χαμηλός χρόνος και αντίστοιχα, υψηλό, μέσο, χαμηλό τέλος). Επιπλέον τέθηκαν τα χρονικά και χρηματικά πλαίσια που αφορούν στις τρεις αυτές κατηγορίες.

Συνολικά επιστράφηκαν 148 ερωτηματολόγια από τα οποία τα 2 απορρίφθηκαν γιατί απάντησαν λανθασμένα. Συγκεκριμένα, απάντησαν στο πρώτο ότι ενώ με χρήση της ήδη υπάρχουσας υποδομής ο χρόνος που απαιτείται για να μεταβούν στην εργασία τους είναι μέσος, με χρήση της νέας υποδομής ο χρόνος που απαιτείται είναι υψηλός. Στο δεύτερο λανθασμένο ερωτηματολόγιο ενώ με χρήση της υπάρχουσας υποδομής ο χρόνος που απαιτείται είναι χαμηλός, μετά την εφαρμογή της νέας υποδομής ο χρόνος αυτός θα είναι υψηλός. Όταν η νέα υποδομή δεν μειώνει τον χρόνο εκτέλεσης της προτεινόμενης διαδρομής, τότε αυτός ο χρόνος παραμένει ο ίδιος, σε καμιά όμως περίπτωση δεν αυξάνεται. Το δείγμα κρίνεται ικανοποιητικό αν ληφθεί υπόψη ο πειραματικός χαρακτήρας αυτής της έρευνας.

Οι απαντήσεις αυτές ομαδοποιήθηκαν σε ένα μητρώο 27 γραμμών και 3 στηλών. Κάθε απάντηση προστίθεται στο αντίστοιχο στοιχείο αυτού του μητρώου. Οι συνδιασμοί όμως που θα προκύψουν είναι 54 και όχι 81 καθώς κάποιες από τις γραμμές είναι υποχρεωτικά λόγω της μορφής της

κωδικοποίησης του ερωτηματολογίου μηδενικές. Αυτές οι γραμμές αντιστοιχούν στις περιπτώσεις στις οποίες ο χρόνος διαδρομής μετά την εφαρμογή της νέας υποδομής είναι μεγαλύτερος από τον χρόνο με χρήση της υπάρχουσας υποδομής.

Το μέγεθος του δείγματος καθορίζει κατά γενικό κανόνα και το πλήθος των μεταβλητών που θα επιλεγούν για διερεύνηση. Αν παραστήσουμε με n τον αριθμό των μεταβλητών, τότε ο αριθμός των επιλογών είναι 3^n . Έτσι αν επιλέξουμε 3 μεταβλητές, οι επιλογές είναι 27, αν επιλέξουμε 4 μεταβλητές, οι επιλογές είναι 81 ενώ για 5 μεταβλητές οι επιλογές είναι 243. Είναι φανερό ότι για δείγμα μεγέθους 146 δεν μπορούμε να υπερβούμε τις 4 μεταβλητές. Ήδη, για τις 4 μεταβλητές αναμένεται να μην υπάρχουν επιλογές για αρκετές από τις 81 επιλογές.

Χρόνος μετακίνησης με χρήση της ήδη υπάρχουσας υποδομής (χρήση Ι.Χ.)	Χρόνος μετακίνησης με χρήση της νέας υποδομής (χρήση Ι.Χ.)	Χρόνος μετακίνησης με χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς	Προθυμία χρήστη για καταβολή τέλους		
			υψηλού	μέσου	χαμηλού
		υψηλός	1	5	4
	υψηλός	μέσος	0	1	0
		χαμηλός	0	0	0
		υψηλός	7	6	7
υψηλός	μέσος	μέσος	0	2	2
		χαμηλός	0	1	0
		υψηλός	3	2	2
	χαμηλός	μέσος	1	0	0
		χαμηλός	0	1	0
		υψηλός	0	0	0
	υψηλός	μέσος	0	0	0
		χαμηλός	0	0	0
		υψηλός	8	11	21
μέσος	μέσος	μέσος	2	4	1
		χαμηλός	0	0	1
		υψηλός	7	3	3
	χαμηλός	μέσος	3	4	0
		χαμηλός	0	0	0
		υψηλός	0	0	0
	υψηλός	μέσος	0	0	0
		χαμηλός	0	0	0
		υψηλός	0	0	0
χαμηλός	μέσος	μέσος	0	0	0
		χαμηλός	0	0	0
		υψηλός	2	4	2
	χαμηλός	μέσος	2	10	7
		χαμηλός	0	4	2

Πίνακας 3.1 Μητρώο συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων ερωτηματολογίου

Παρόλο που έγινε προσπάθεια το δείγμα να είναι ισοκατανεμημένο σε διάφορες περιοχές και σε άτομα απο διαφορετικές εισοδηματικές τάξεις με σκοπό να καλυφθούν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί του ερωτηματολογίου, τελικά δόθηκαν 35 διαφορετικοί συνδυασμοί, καθώς μερικοί συνδυασμοί από τους πιθανούς προέκυψαν μηδενικοί. Αυτοί είναι κυρίως συνδυασμοί κατά τους οποίους, ο χρόνος με τα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι μικρότερος από το χρόνο μετακίνησης με Ι.Χ. με χρήση της νέας υποδομής. Τέτοιες περιπτώσεις υπήρξαν μόνο 3 οι οποίες αντιστοιχούν σε περιοχές, στην σύνδεση των οποίων με το κέντρο της Αθήνας, έχουν κατασκευαστεί λεωφορειολωρίδες.

Ο συνδυασμός που παρουσιάστηκε με μεγαλύτερη συχνότητα είναι η περίπτωση ο χρόνος με χρήση της υπάρχουσας υποδομής να είναι μέσος, ο χρόνος με χρήση της νέας υποδομής να εκτιμάται επίσης ως μέσος, ο χρόνος με τα μέσα μαζικής μεταφοράς να είναι υψηλός και ο χρήστης να δεχεται να καταβάλει χαμηλό τέλος για τη χρήση της νέας υποδομής. Αυτός ο συνδυασμός παρουσιάστηκε 21 φορές.

Επίσης, όπως είναι και λογικά αναμενόμενο, δεν παρουσιάστηκε συνδυασμός, κατα τον οποίο, ο χρόνος της διαδρομής να είναι και για τις τρεις περιπτώσεις (χρήση υπάρχουσας υποδομής, χρήση νέας υποδομής και χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς) χαμηλός και να δεχτεί ο χρήστης να καταβάλλει υψηλή χρέωση. Παρουσιάστηκαν όμως τέσσερις τέτοιες περιπτώσεις κατα τις οποίες ο χρήστης δέχεται να καταβάλλει μέση τιμή κομίστρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ LOGIT ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ LOGIT

Γιά να επιλέξει ο χρήστης τον τρόπο μετακίνησης, μεγιστοποιώντας τις ωφέλειες του πρέπει να συντρέχουν ορισμένες προϋποθέσεις:

α. Ο χρήστης να έχει καθορισμένες προτεραιότητες ως προς τον τρόπο μετακίνησης, να έχει σαφή και συνεπή αντίληψη της σχετικής κατάταξης των προτεραιοτήτων αυτών ανάμεσα στις δέσμες των επιλογών που μπορεί να κάνει και εκδηλώνει τις επιλογές του αυτές με λογικό και προβλέψιμο τρόπο.

β. Με τον όρο ωφέλειες δεν εννοείται μόνο το εισόδημα, αλλά και ο χρόνος για δραστηριότητες που συσχετίζονται με το εισόδημα.

γ. Οι επιλογές καθορίζονται από ανάγκες, η βασική από τις οποίες είναι αυτή του διαθέσιμου χρόνου.

Παράλληλα όμως, τα πρότυπα δραστηριοτήτων των ατόμων διαμορφώνονται σύμφωνα με τις επιλογές που κάνει το κάθε άτομο σχετικά με :

α. Την εργασία του (το είδος αλλά και τόν τόπο που βρίσκεται η εργασία του)

β. Την κατοικία του, δηλαδή τον τόπο διαμονής, τον τύπο κατοικίας που επιλέγει, την γειτονιά αλλά και άλλους παράγοντες όπως. π.χ. η προσιτότητα εμπορικών καταστημάτων, τα ενοίκια της περιοχής κλπ.

γ. Το πρότυπο κατανάλωσης στο οποίο υπακούει.

δ. Τις αγορές και λοιπές προσωπικές του δραστηριότητες δηλαδή τις αγορές αγαθών και υπηρεσιών, τις συγκεκριμένες περιοχές καταστημάτων που επισκέπτεται, τις τιμές που πληρώνει κλπ.

ε. Τις κοινωνικές και ψυχαγωγικές του δραστηριότητες.

Ο κάθε χρήστης του οδικού δικτύου έχει πλήρως καθορισμένη αντίληψη του επιθυμητού προγράμματος των δραστηριοτήτων του. Αυτή η αντίληψη επιρρεάζει τις βασικές επιλογές του, περιλαμβάνοντας αλλαγές στον τρόπο εκτέλεσης της μετακίνησης και είναι μέρος της διαδικασίας πραγματοποίησης του επιθυμητού προγράμματος δραστηριοτήτων.

Υπάρχουν διαφορετικά επίπεδα επιλογών. Στο υψηλότερο επίπεδο, οι οδηγοί καθορίζουν τις βασικές τους επιλογές βάσει των οποίων θα πραγματοποιήσουν το επιθυμητό πρόγραμμα δραστηριοτήτων τους. Για το σκοπό αυτό διαλέγουν την εργασία και την οικία τους σε εξυπηρετικές τοποθεσίες. Στο χαμηλότερο επίπεδο διαλέγουν μόνο το πού, πότε και πώς θα μετακινηθούν [Α. Σταθόπουλος, Διερεύνηση της αξίας του χρόνου στις μεταφορές].

Φιλοδοξία επίτευξης συγκεκριμένου τρόπου ζωής



Επιθυμητό πρότυπο δραστηριοτήτων



Επιλογές τοποθεσιών



Επιλογές μετακινήσεων

Διάγραμμα 4.1 Επίπεδα επιλογών του ατόμου [Α. Σταθόπουλος, Διερεύνηση της αξίας του χρόνου στις μεταφορές].

Γίνεται έτσι κατανοητό ότι για να ερμηνεύσουμε τη ζήτηση μεταφορών πρέπει να κατανοήσουμε τις επιθυμίες των ατόμων να ικανοποιήσουν τα διάφορα πρότυπα δραστηριοτήτων τους. Αυτή η κατανόηση θα επιτρέψει τη σωστή εκτίμηση της ζήτησης των θέσεων κατοικίας και εργασίας. Έτσι στο τέλος αυτής της διαδικασίας θα είναι πιά εφικτό να εκτιμηθεί στη σωστή της διάσταση η ζήτηση των μετακινήσεων.

Αυτή η έρευνα συσχετίζεται με το πρόβλημα της αξίας του χρόνου με αναφορά στις επιλογές που γίνονται στο χαμηλότερο επίπεδο επιλογής της καθημερινής μετακίνησης. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος χρήσιμο είναι να καθοριστεί το κατάλληλο πλαίσιο που θα επιτρέψει την διερεύνηση των επιλογών σε ποιοτική βάση, αφού ο βασικότερος σκοπός εδώ είναι να συνδεθεί η κάθε επιλογή με έναν συνδυασμό πιθανών διαδρομών. Η προσπάθεια για εξειδίκευση κατηγοριών για κάθε μεταβλητή (επιλογή) με σκοπό να προσδιοριστεί ο βαθμός κατά τον οποίο πραγματοποιείται η επιθυμητή επιλογή θα έκανε το πρόβλημα πιο πολύπλοκο. Η μελέτη αυτού του τύπου συσχετίσεων μπορεί να συμπληρωθεί με μεθόδους ποιοτικής ανάλυσης. Ο βασικός σκοπός αυτών των αναλύσεων είναι η διερεύνηση του βαθμού ανεξαρτησίας των μεταβλητών

Ο τρόπος προσομοίωσης της διαδικασίας της επιλογής γίνεται με τη χρησιμοποίηση μεθοδολογιών από την επιστήμη των μαθηματικών, όπως οι αναλύσεις *logit*. Σαν συνέπεις αυτής της αντιμετώπισης ο χρήστης θεωρείται ότι έχει οριστικά προσδιορίσει τόσο το επιθυμητό πρότυπο δραστηριοτήτων του όσο και τις επιλογές τοποθεσιών που συνδυάζονται με αυτές τις δραστηριότητες, επιλέγει δε τις μετακινήσεις του με τέτοιο τρόπο ώστε να βελτιστοποιεί τη συνάρτηση χρησιμότητας του.

Παρόλο επίσης που όλες οι παραπάνω μεθοδολογίες επιτρέπουν την πρόβλεψη των μετακινήσεων κάτω από ένα ευρύ φάσμα μεταβολών των χαρακτηριστικών του μεταφορικού συστήματος (αλλά και του ίδιου του χρήστη), η εφαρμογή αυτών των προτύπων γίνεται στατικά σύμφωνα με τις πληροφορίες μιάς δεδομένης χρονικής στιγμής.

Η μέθοδος που θα ακολουθηθεί για την διερεύνηση των αποτελεσμάτων θα πρέπει να αξιολογηθεί με βάση τα παρακάτω τέσσερα κριτήρια:

α. Τις παραδοχές που λαμβάνονται υπόψη.

β. Την ποιότητα και το πλήθος των δεδομένων που απαιτούνται.

γ. Τον χρόνο υπολογισμού.

δ. Την αποτελεσματικότητα της τεχνικής μετρούμενη από την ισχύ της κατάταξης και την ακρίβεια των εκτιμήσεων που παρέχει.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων και η εκτίμηση της απόκρισης των χρηστών στην καταβολή του κομίστρου έγινε με τη βοήθεια των μαθηματικών προτύπων *logit*. Το μοντέλο ανεξαρτησίας δύο μεταβλητών έχει αποδειχθεί ότι ισοδυναμεί με ένα λογαριθμογραμμικό πρότυπο (*log - linear*).

Ας υποτεθεί ότι τα γεγονότα (ή οι μεταβλητές) που αποτελούν έναν πληθυσμό μπορούν να ταξινομηθούν σε r κατηγορίες $A_1, \dots, A_r$ αναλόγως του χαρακτηριστικού A , σε s κατηγορίες $B_1, \dots, B_s$ ανάλογα με το χαρακτηριστικό B κ.ο.κ. Σε ένα παράδειγμα με δύο χαρακτηριστικά, κάθε γεγονός ανήκει σε υποκατηγορία (i, j) αν ανήκει συγχρόνως σε κατηγορίες A_i και B_j . Σε αυτή την περίπτωση, η παρατηρούμενη συχνότητα μεταβλητών ενός πληθυσμού μεγέθους N θα συμβολίζεται με n_{ij} . Αυτές οι παρατηρήσεις είναι τα στοιχεία ενός πίνακα rxs .

Εστω ότι με $E(i, j) = m_{ij} = Np_{ij}$ συμβολίζεται η αναμενόμενη τιμή του στοιχείου ij όπου p_{ij} είναι η αναμενόμενη πιθανότητα.

Σύμφωνα με το μοντέλο $\log$ - normal, με $\tau^{A \cdot B}_{(12)(12)}$ συμβολίζεται ο λόγος των πιθανοτήτων. Καθορίζουμε αυτόν τον λόγο για να συμβολίσουμε τη διαφορά

$$\tau^{A \cdot B}_{12 \cdot 1} - \tau^{A \cdot B}_{12 \cdot 2} = \log m_{11} - \log m_{21} - \log m_{12} + \log m_{22} \quad (1)$$

τότε το μοντέλο ανεξαρτησίας είναι ισοδύναμο με το μοντέλο $\log$ - linear με το οποίο οι λογάριθμοι της μορφής m_{ij} καθορίζονται από την γραμμική εξίσωση

$$\tau^{A \cdot B}_{(12)(12)} = \log m_{11} - \log m_{21} - \log m_{12} + \log m_{22} = 0 \quad (2)$$

Η συνθήκη $\tau^{A \cdot B}_{(12)(12)} = 0$ ισοδυναμεί με την προσθετική συνθήκη, σύμφωνα με την οποία υπάρχουν μοναδικές παράμετροι λ , λ_1^A , λ_2^A , λ_1^B και λ_2^B , των οποίων οι λογάριθμοι είναι οι τιμές m_{ij} των παρατηρούμενων τιμών n_{ij} που ικανοποιούν την εξίσωση

$$\log m_{ij} = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B \quad (3)$$

και οι παράμετροι λ_i^A και λ_i^B ικανοποιούν τις εξισώσεις

$$\sum \lambda_i^A = \lambda_1^A + \lambda_2^A = 0 \quad (4)$$

$$\sum \lambda_j^B = \lambda_1^B + \lambda_2^B = 0 \quad (5)$$

Η γενική μορφή του μοντέλου πρόσθεσης είναι

$$\log m_{ij} = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_{ij}^{AB} \quad (6)$$

Οι παράμετροι λ_i^A και λ_j^B είναι αποτελέσματα της μεταβλητής A (και αντίστοιχα της B) όπου λ_{ij}^{AB} είναι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών A και B. Όταν αυτοί είναι ανεξάρτητοι, το λ_{ij}^{AB} είναι μηδέν.

Ας υποθεθεί τώρα ότι οι μεταβλητές (ή οι χρήστες του οδικού δικτύου στην συγκεκριμένη περίπτωση) μπορούν να χωριστούν σε r κατηγορίες ανάλογα με το χαρακτηριστικό A, σε s κατηγορίες ανάλογα με το χαρακτηριστικό B και σε t κατηγορίες ανάλογα με το χαρακτηριστικό C.

Αν με n_{ijk} συμβολισθούν τα στοιχεία του πίνακα. Τότε για κάθε τιμή των λ_i^A , λ_j^B , λ_k^C , λ_{ij}^{AB} , λ_{ik}^{AC} , λ_{jk}^{BC} , και λ_{ijk}^{ABC}

$$\log m_{ijk} = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC} \quad (7)$$

Αν $\lambda_{ijk}^{ABC} = 0$ τότε το μοντέλο συσχέτισης είναι

$$\log m_{ijk} = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} \quad (8)$$

Υπενθυμίζεται ότι τα πρότυπα $\logit$ είναι μία κατηγορία προτύπων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διερεύνηση των σχέσεων μίας διχοτομημένης μεταβλητής με μία ή περισσότερες μεταβλητές. Σε αυτά τα πρότυπα, ο λογάριθμος των πιθανοτήτων που συμβολίζει την εκλογή ενός από δύο πιθανά αποτελέσματα (τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής) είναι μία γραμμική σχέση των εξαρτημένων μεταβλητών. Μπορεί να αποδειχθεί ότι το μοντέλο $\log$ - $linear$ χωρίς αλληλεπίδραση μεταξύ τριών παραγόντων, ισοδυναμεί με ένα μοντέλο $\logit$. Επιπλέον μοντέλα πολλαπλής επιλογής για τρεις ή περισσότερες μεταβλητές, σχετίζονται με μοντέλα πολλαπλής επιλογής για μια ανεξάρτητη μεταβλητή και μια εξαρτημένη. Αφού ο αριθμός των μοντέλων και ο αριθμός των παραμέτρων αυξάνεται όσο αυξάνεται ο αριθμός των μεταβλητών, η ανάλυση είναι πιο πολύπλοκη στην περίπτωση περισσότερων από την περίπτωση των δυο εναλλακτικών.

Τα πρότυπα *logit* χρησιμοποιούνται στην συγκεκριμένη περίπτωση για να αναπαράγουν βάσει των εξαρτημένων μεταβλητών την τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής. Παράλληλα με σύγκριση με τις παρατηρούμενες τιμές, ελέγχεται η ικανότητα του προτύπου να αναπαράγει αυτές τις τιμές. Η παράσταση *Logit*, δηλαδή ο λογάριθμος των σχετικών λόγων των πιθανοτήτων, δηλώνει ότι η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει μία καθορισμένη τιμή που είναι συνάρτηση των ανεξαρτητών μεταβλητών.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση του ερωτηματολογίου, οι απαντήσεις των χρηστών καθορίζονται από τέσσερις μεταβλητές. Η πρώτη είναι ο χρόνος μετακίνησης με χρήση της υπάρχουσας μεταβλητής, η δεύτερη είναι ο χρόνος με χρήση της νέας υποδομής, η τρίτη είναι ο αντίστοιχος χρόνος με τα μέσα μαζικής μεταφοράς και η τέταρτη είναι η προθυμία για πληρωμή.

Γιά να γίνει η πρόβλεψη με τα πρότυπα *logit*, θεωρούμε ότι οι τρεις πρώτες μεταβλητές είναι ανεξάρτητες ενώ η τέταρτη μεταβλητή (η προθυμία πληρωμής) είναι εξαρτημένη. Με τα πρότυπα *logit* χρησιμοποιούνται οι τιμές που παίρνουν οι ανεξάρτητες μεταβλητές για να γίνει η πρόβλεψη για την τιμή που θα πάρει η εξαρτημένη μεταβλητή.

Εστω ότι με A, B και C συμβολίζουμε τις ανεξάρτητες μεταβλητές και με D την εξαρτημένη, που στην προκειμένη περίπτωση είναι η προθυμία καταβολής τέλους. Το πρότυπο βάσει του οποίου γίνεται η πρόβλεψη είναι το σύστημα προσθετικών λογαριθμικών προτύπων. Η μορφή του είναι:

$$\begin{aligned} \log m_{ijk} &= \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_i^D + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{jk}^{AC} \\ &+ \lambda_{ik}^{AD} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ij}^{BD} + \lambda_{ki}^{CD} + \lambda_{ijk}^{ABC} \\ &= \alpha_{ijk}^{ABC} + \lambda_i^D + \lambda_j^{AD} + \lambda_k^{BD} + \lambda_{ki}^{CD} \end{aligned} \quad (9)$$

Απο τα στοιχεία του ερωτηματολογίου προέκυψε ένας πίνακας 3x27 παρατηρήσεων.

Το πρότυπο που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία αυτών των στοιχείων έχει $(3-1) \times 27 - (3 - 1) \times (9-2) = 40$ βαθμούς ελευθερίας.

Στην κάθε μία απο τις τέσσερις μεταβλητές του ερωτηματολογίου έχουν δοθεί τρεις τιμές, υψηλή μέση ή χαμηλή. Με τη μέθοδο των ορθογωνίων πολυωνύμων δίνονται οι τιμές ταξινόμησης των μεταβλητών αυτών. Αυτές είναι:

υψηλή	-1
μέση	0
χαμηλή	1

Σύμφωνα με αυτό τό σύστημα ταξινόμησης συγκρίνονται τα χαμηλά και τα υψηλά επίπεδα χωρίς να λαμβάνονται υπόψη το μέσο επίπεδο. Οι τιμές αυτές αναφέρονται σε γραμμικές επιδράσεις.

4.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των στοιχείων ονομάζεται START και έχει κατασκευαστεί στο εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών του Ε.Μ.Π. Η εισαγωγή των δεδομένων έγινε βάσει του συγκεντρωτικού πίνακα που είχε προκύψει απο τα ερωτηματολόγια. Ο πίνακας που τελικά χρησιμοποιήθηκε έχει μια απόκλιση της τάξης του 4-5% από αυτόν που περιγράφει τις απαντήσεις

των χρηστών. Αυτές οι αλλαγές έγιναν για διευκόλυνση της επεξεργασίας των στοιχείων με το συγκεκριμένο πρόγραμμα και έγινε προσπάθεια οι νέες τιμές που τέθηκαν να είναι οι πλησιέστερες δυνατές στις παρατηρούμενες.

Γιά τον έλεγχο καλής προσαρμογής του δείγματος στα δεδομένα, γίνεται σύγκριση των τιμών που υπολογίστηκαν με τις τιμές που έδωσαν τα ερωτηματολόγια με χρήση των ολοκληρωτικών υπολοίπων. Τα προσαρμοσμένα υπόλοιπα εκφράζουν τις διαφοροποιήσεις που υπάρχουν μεταξύ των παρατηρούμενων και των αναμενόμενων τιμών. Τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά αφού το 82% των εκτιμώμενων τιμών από το πρότυπο επιλογής διαφέρει λιγότερο από μία τυπική μονάδα σε σύγκριση με τις παρατηρούμενες τιμές. Από το 18% που αποκλίνει περισσότερο, στο 15.6% η απόκλιση είναι από μία έως 2 τυπικές μονάδες και μόνο το 2.4% έχει μεγαλύτερη απόκλιση.

Αυτές είναι δύο τιμές που περιγράφουν την περίπτωση ο χρόνος με χρήση της υπάρχουσας υποδομής να είναι μέσος, ο χρόνος με χρήση της νέας προτεινόμενης υποδομής να είναι υψηλός και ο χρόνος με χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς να είναι χαμηλός. Η περίπτωση αυτή δεν έχει πρακτική σημασία και οι πραγματικές τιμές που παίρνουν και για τις τρεις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής είναι μηδέν. Ανήκει στις περιπτώσεις του 5% που αναφέρθηκε πριν όπου για λόγους προγραμματισμού υπήρξε η ανάγκη να τεθεί μία τιμή διάφορη του μηδενός. Άρα δεχόμαστε ότι η προσαρμογή της ανάλυσης με τα πρότυπα logit στο δείγμα είναι ικανοποιητική.

Στον πίνακα 4.2.1, οι εκτιμώμενες πιθανότητες επιλογής, έχουν μετατραπεί σε ποσοστά. Το σύνολο κάθε γραμμής είναι 100% και έχει βρεθεί το ποσοστό της κάθε τιμής που έχει εκτιμηθεί.

Ο πίνακας αυτός δείχνει την πιθανότητα που έχει η εξαρτημένη μεταβλητή να πάρει κάθε μία από τις τρεις υποψήφιες τιμές, για κάθε έναν από τους 27 συνδυασμούς που μπορούν να προκύψουν από τις τρεις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι ο χρόνος μετάβασης στην εργασία με τη χρησιμοποίηση της σημερινής υποδομής, ο χρόνος που απαιτείται για την ίδια μετακίνηση με τη χρησιμοποίηση της νέας προτεινόμενης υποδομής και ο χρόνος εκτέλεσης της ίδιας διαδρομής με χρησιμοποίηση της ήδη υπάρχουσας υποδομής με χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Και οι τρεις ανεξάρτητες μεταβλητές θεωρούνται ισοπίθανες και λαμβάνουν τις τρεις τιμές χαμηλός, μέσος και υψηλός.

Χρόνος μετακίνησης με χρήση της ήδη υπάρχουσας υποδομής (χρήση Ι.Χ.)	Χρόνος μετακίνησης με χρήση της νέας υποδομής (χρήση Ι.Χ.)	Χρόνος μετακίνησης με χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς	Ποσοστό το οποίο εκφράζει την προθυμία του χρήστη για καταβολή τέλους		
			υψηλού	μέσου	χαμηλού
		υψηλός	15,2	44,9	39,9
	υψηλός	μέσος	10,8	62,9	26,3
		χαμηλός	3,6	61,2	35,2
		υψηλός	28,4	33,3	38,3
υψηλός	μέσος	μέσος	21,9	50,7	27,4
		χαμηλός	7,8	52,9	39,9
		υψηλός	53,5	34,7	11,8
	χαμηλός	μέσος	40,4	51,5	8,2
		χαμηλός	18,0	67,2	14,8
		υψηλός	12,4	33,9	53,8
	υψηλός	μέσος	9,6	51,8	38,6
		χαμηλός	3,0	47,8	49,1
		υψηλός	23,2	25,2	51,6
μέσος	μέσος	μέσος	19,2	41,1	39,7
		χαμηλός	6,4	40,2	53,4
		υψηλός	50,9	30,5	18,5
	χαμηλός	μέσος	39,7	46,9	13,4
		χαμηλός	17,2	59,4	23,4
		υψηλός	3,0	22,4	74,6
	υψηλός	μέσος	2,6	37,9	59,5
		χαμηλός	0,7	31,4	67,8
		υψηλός	6,0	17,7	76,3
χαμηλός	μέσος	μέσος	5,3	31,3	63,4
		χαμηλός	1,5	26,0	72,5
		υψηλός	21,1	34,7	44,2
	χαμηλός	μέσος	16,2	52,4	31,4
		χαμηλός	5,5	51,8	42,8

Πίνακας 4.2.1 Εκτιμώμενη πιθανότητα καταβολής τέλους.

Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η προθυμία του χρήστη να πληρώσει για την χρήση της νέας προτεινόμενης υποδομής κατά την καθημερινή του μετακίνηση από την οικία στην εργασία, με την προϋπόθεση ότι εξασφαλίζεται η κίνησή του σε συνθήκες ελεύθερης ροής.

Η μεγαλύτερη τιμή πιθανότητας (76.3%) αντιστοιχεί σε περίπτωση που δεν έχει πρακτική σημασία, δηλαδή στην περίπτωση που ο χρόνος με χρήση της ήδη υπάρχουσας υποδομής είναι χαμηλός, ενώ με χρήση της νέας υποδομής γίνεται μέσος. Οι τιμές οι οποίες αντιστοιχούν σε τέτοιας μορφής συνδυασμούς απορρίπτονται.

Τα αποτελέσματα που δίνει ο πίνακας είναι αναμενόμενα. Η μεγαλύτερη αποδεκτή τιμή πιθανότητας είναι η τιμή 67.2% η οποία αντιστοιχεί στον συνδυασμό που προκύπτει όταν ο χρόνος με χρήση της υπάρχουσας υποδομής είναι υψηλός ενώ ο χρόνος με χρήση της νέας προτεινόμενης υποδομής είναι χαμηλός.

Το ιδιαίτερο βέβαια αυτής της περίπτωσης είναι ότι αυτό το ποσοστό ανήκει στην κατηγορία που θα δεχόταν να υποστεί μια μέση τιμή χρέωσης για την χρήση της νέας υποδομής και όχι μία υψηλή τιμή, όπως θα ήταν αναμενόμενο. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι ο χρόνος με τα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι επίσης χαμηλός. (Προφανώς αντιστοιχεί σε περιπτώσεις κίνησης σε λεωφορειολωρδές). Εδώ θα πρέπει να υπενθυμιστεί ότι οι απαντήσεις αυτές έχουν προκύψει από χρήστες που σε όποια κατηγορία και αν ανήκουν χρησιμοποιούν για την μετάβασή τους στην εργασία τους το Ι. Χ. αυτοκίνητό τους.

Αν όμως ο χρόνος μετάβασης στην εργασία τους με χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς ήταν υψηλός, τότε θα αναμενόταν σημαντική μετακίνηση του ποσοστού προς την αποδοχή υψηλής τιμής χρέωσης. Αυτό

φαίνεται στην περίπτωση που αντιστοιχεί σε χρόνο πριν την κατασκευή της νέας υποδομής υψηλό, σε χρόνο που αντιστοιχεί σε χρήση της νέας υποδομής χαμηλό και σε χρόνο που αντιστοιχεί σε χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς υψηλό. Στην περίπτωση αυτή ένα ποσοστό της τάξης του 53.5% θα δεχόταν την επιβολή υψηλής τιμής τέλους, το 34.7% θα δεχόταν να καταβάλλει μία μέση τιμή τέλους, ενώ μόνο ένα 11.8% θα δεχόταν μία χαμηλή τιμή τέλους.

Υψηλά ποσοστά αποδοχής μέσων τιμών τέλους παρατηρήθηκε ότι αντιστοιχούν και σε περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν μεταβάλλεται ο χρόνος με χρήση της νέας υποδομής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ενδεχομένως οι χρήστες του οδικού δικτύου, ακόμα και αν η προτεινόμενη υποδομή δεν προκαλεί μεταβολή στον χρόνο μετάβασης στην εργασία τους, επιθυμούν να την χρησιμοποιήσουν λόγω των καλύτερων συνθηκών μετακίνησης (π.χ. συνθήκες ελεύθερης ροής, άνεση κατά την οδήγηση κλπ).

Το μικρότερο (αποδεκτό) ποσοστό που εμφανίζεται σε αυτόν τον πίνακα αποτελεσμάτων είναι η τιμή 3.6% που αντιστοιχεί στην περίπτωση κατά την οποία κατά την μετακίνηση του χρήστη, με χρήση της ήδη υπάρχουσας υποδομής απαιτείται υψηλός χρόνος και η χρήση της νέας προτεινόμενης υποδομής δεν του μεταβάλλει το χρόνο μετακίνησης, ενώ η ίδια μετακίνηση με τα μέσα μαζικής μεταφοράς απαιτεί χαμηλή τιμή χρόνου για την πραγματοποίησή της. Σε αυτήν την περίπτωση ο χρήστης θα δεχόταν, να καταβάλλει υψηλή τιμή τέλους για τη χρήση της νέας υποδομής μόνο κατά ένα ποσοστό της τάξης του 3.6%.

Άλλο πολύ μικρό ποσοστό αποδοχής υψηλής τιμής χρέωσης (5.5%) αντιστοιχεί στην περίπτωση κατά την οποία ο χρόνος μετακίνησης δεν αλλάζει με την προσθήκη της νέας υποδομής, αφού ο χρόνος για την συγκεκριμένη μετακίνηση είναι ήδη χαμηλός με τις υπάρχουσες

κυκλοφοριακές συνθήκες. Αυτό το ποσοστό αντιστοιχεί στην περίπτωση που ο χρόνος μετακίνησης με τα μέσα μεζικής μεταφοράς είναι επίσης χαμηλός.

Με συνολική θεώρηση του πίνακα εκτίμησης της πιθανότητας αποδοχής των διαφόρων τιμών χρέωσης, φαίνεται ότι όπως είναι και λογικά αναμενόμενο, η μεγαλύτερη πιθανότητα αποδοχής υψηλής τιμής χρέωσης αντιστοιχεί στην περίπτωση που προαναφέρθηκε, με χρόνο με χρήση της ήδη υπάρχουσας υποδομής υψηλό, χρόνο με χρήση της νέας υποδομής χαμηλό και χρόνο με χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς επίσης υψηλό.

Το μεγαλύτερο ποσοστό που αντιστοιχεί σε αποδοχή μέσης τιμής χρέωσης, είναι η τιμή 67.2%, που παρατηρείται στην περίπτωση κατά την οποία ο χρόνος πριν την κατασκευή της προτεινόμενης υποδομής είναι υψηλός, ο χρόνος μετά την κατασκευή θεωρείται χαμηλός, ενώ ο χρόνος με χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς είναι μέσος.

Τέλος το μεγαλύτερο ποσοστό αποδοχής χαμηλής τιμής τέλους για τη χρήση της προτεινόμενης υποδομής είναι η τιμή 53.4% η οποία αντιστοιχεί σε χρόνο με τις παρούσες συνθήκες μέσο, με χρόνο με χρήση των νέων έργων να παραμένει μέσος και με χρόνο με χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς χαμηλό.

Ο πίνακας 4.2.2 δίνει την πιθανότητα επιλογής μεταξύ της χρήσης της παλαιάς υποδομής, την χρήση της νέας υποδομής και την χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς για κάθε κατηγορία.

Χρόνος μετακίνησης με χρήση της ήδη υπάρχουσας υποδομής (χρήση Ι.Χ.)	Χρόνος μετακίνησης με χρήση της νέας υποδομής (χρήση Ι.Χ.)	Χρόνος μετακίνησης με χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς	Πιθανότητα μετακίνησης με χρήση:		
			της ήδη υπάρχουσας υποδομής	της νέας υποδομής	των Μ.Μ.Μ
		υψηλός	26,6	14,7	58,7
	υψηλός	μέσος	28	0	72
		χαμηλός	24	0	76
		υψηλός	30,9	13,8	55,3
υψηλός	μέσος	μέσος	31,1	13,8	55,1
		χαμηλός	24,5	0	55,5
		υψηλός	43,7	11,3	45
	χαμηλός	μέσος	40,4	11,9	47,7
		χαμηλός	32,4	13,5	54,1
		υψηλός	23	11,6	65,4
	υψηλός	μέσος	25,2	0	74,8
		χαμηλός	21,1	0	78,9
		υψηλός	26,6	11	62,4
μέσος	μέσος	μέσος	27,8	10,8	61,4
		χαμηλός	21,3	0	78,7
		υψηλός	41,6	8,8	49,6
	χαμηλός	μέσος	39,2	9,1	51,7
		χαμηλός	30,5	10,4	59,1
		υψηλός	16	8,4	75,6
	υψηλός	μέσος	18,9	0	81,1
		χαμηλός	16,6	0	83,4
		υψηλός	16,5	8,4	75,6
χαμηλός	μέσος	μέσος	18,9	0	81,1
		χαμηλός	16,6	0	83,4
		υψηλός	27,5	7,3	65,2
	χαμηλός	μέσος	28,6	7,1	64,3
		χαμηλός	23,1	7,7	69,2

Πίνακας 4.2.2 Εκτιμώμενη πιθανότητα επιλογής

Όπως φαίνεται στον πίνακα, οι χαμηλότερες τιμές πιθανότητας επιλογής εμφανίζονται στην χρήση της νέας υποδομής. Αντίθετα, οι υψηλότερες πιθανότητες, παρουσιάζονται στην χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Αυτό προκύπτει από τις απαντήσεις που δόθηκαν στα ερωτηματολόγια αλλά οφείλεται και εν μέρει στο ότι κατά την ανάλυση με βάση τα πρότυπα logit, γίνεται η παραδοχή ότι αποδοχή υψηλής τιμής χρέωσης συνεπάγεται χρήση της νέας υποδομής, αποδοχή μέσης τιμής χρέωσης συνεπάγεται χρήση της ήδη υπάρχουσας υποδομής, ενώ αποδοχή χαμηλής τιμής χρέωσης, συνεπάγεται χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να θεωρηθούν ότι ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, αφού οι περισσότερες μετακινήσεις τόσο του δείγματος που προκύπτει από τα ερωτηματολόγια όσο και του διευρυμένου δείγματος είναι μετακινήσεις από την περιφέρεια προς το κέντρο. Για αυτής της μορφής τις μετακινήσεις, χρησιμοποιούνται συχνά τα μέσα μαζικής μεταφοράς

Η περαιτέρω επεξεργασία θα γίνει χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα αυτού του πίνακα. Ο στόχος της επεξεργασίας αυτής είναι να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις και τα έσοδα που προκύπτουν από την εφαρμογή αυτού του υποθετικού σεναρίου. Γιά το σκοπό αυτό, εκτός από την προθυμία των χρηστών γιά καταβολή τέλους που θα τους επιτρέπει την χρησιμοποίηση της προτεινόμενης υποδομής, πρέπει να είναι γνωστές και οι μεταβολές που θα επιφέρει αυτή η υποδομή στο υπάρχον κυκλοφοριακό δίκτυο (κυκλοφοριακοί φόρτοι, νέα μητρώα προέλευσης προορισμού και χρόνοι διαδρομών).

Ακόμή, πρέπει να βρεθούν οι χρόνοι που απαιτούνται γιά τις μετακινήσεις μεταξύ των ζωνών του δείγματος, τόσο και γιά την

περίπτωση της ήδη υπάρχουσας υποδομής, όσο και για την περίπτωση της νέας προτεινόμενης υποδομής. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα SATURN.

Για την κατανομή των πραγματικών μετακινήσεων στις υπάρχουσες κατηγορίες, χρειάζεται η γνώση του χρόνου μεταξύ των διαφόρων ζωνών με χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Τέτοια στοιχεία όμως δεν υπάρχουν και δεν κατέστη εφικτό να βρεθούν, οπότε θα γίνει παραδοχή προσαύξησης του χρόνου με Ι.Χ και χρήση της ήδη υπάρχουσας υποδομής κατά ένα εύλογο ποσοστό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΥΡΕΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

5.1 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SATURN

Το SATURN (Simulation and Assignment of Traffic to Urban Road Networks) είναι ένα υπολογιστικό μοντέλο, που διαμορφώθηκε στο Institute for Transport studies στο πανεπιστήμιο του Leeds, για την ανάλυση και εξέλιξη της διαχείρισης της κυκλοφορίας σε σχετικά τοπικά δίκτυα. Προορίζεται κυρίως για να χρησιμοποιηθεί ως ένα σύγχρονο κυκλοφοριακό μοντέλο, γεγονός που έγκειται κυρίως στην λεπτομερειακή απεικόνιση των καθυστερήσεων στις διασταυρώσεις. Είναι το πιο κατάλληλο στην ανάλυση του ελέγχου της κίνησης των οχημάτων σε συστήματα όπως μονοδρόμους, σε έλεγχο των αλλαγών σε διασταυρώσεις, λεωφορειόδρομους κλπ.

Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα καθαρά συμβατικό μοντέλο για μέσου μεγέθους δίκτυα με πάνω από 1000 διασταυρώσεις ή καλύτερα σε περιπτώσεις δικτύων στις οποίες για παράδειγμα η απεικόνιση του δικτύου γύρω από την περιοχή που εξετάζεται είναι λεπτομερής, ενώ σε πιο απομακρυσμένα σημεία του δικτύου είναι σύμβατική. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το SATURN μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σύνδεση με τα συμβατικά δίκτυα βάσει των καθυστερήσεων στους συνδέσμους έτσι ώστε να συμπεριλάβει

προσομοιώσεις των διασταυρώσεων και καθυστερήσεις λόγω αντιστροφής της κίνησης είτε μέσα σε ένα ορισμένο υπο-δίκτυο ή σε επιλεγμένο σεν διασταυρώσεων.

Η εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα γίνεται με την κωδικοποίηση του δικτύου της Αθήνας. Το αρχείο που περιέχει το δίκτυο κωδικοποιημένο λέγεται NETWORK και διατέθηκε από το εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών για την παρούσα εργασία. Η κωδικοποίηση αυτή γίνεται με τέτοιον τρόπο ώστε το δίκτυο να χωρίζεται σε τμήματα (links). Το καθένα από αυτά τα τμήματα χαρακτηρίζεται από δύο αριθμούς. Ο πρώτος αντιστοιχεί στην αρχή του τμήματος και ο δεύτερος στο τέλος του. Οι αριθμοί του ήδη υπάρχοντος δικτύου παίρνουν τιμές στο διάστημα από 101 μέχρι 907.

Στην κωδικοποίηση του δικτύου αναφέρονται οι χαρακτηριστικοί αριθμοί του κάθε τμήματος, η ταχύτητα ελεύθερης ροής, η κυκλοφοριακή ικανότητα του κάθε τμήματος, τα χαρακτηριστικά του (μονής ή διπλής κατευθύνσεως) και το μήκος του.

Στο πρώτο βήμα της επεξεργασίας ετοιμάζεται το μητρώο προέλευσης-προορισμού το οποίο θα καταμεριστεί στο δίκτυο και γίνεται ο έλεγχος του δικτύου. Ελέγχονται οι διασταυρώσεις για λάθη τα οποία εμποδίζουν την διεξαγωγή της κυκλοφορίας, για παράδειγμα να συντρέχουν οι διευθύνσεις όλων των τμημάτων μίας διασταύρωσης προς την ίδια κατεύθυνση.

Στη συνέχεια γίνεται ο καταμερισμός της κυκλοφορίας των οχημάτων στο δίκτυο. Εκεί φαίνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος του κάθε τμήματος, εκφρασμένος σε οχήματα ανά ώρα αιχμής.

Γιά να βρεθούν οι νέοι κυκλοφοριακοί φόρτοι του δικτύου μετά την κατασκευή της νέας υποδομής, δηλαδή της σήραγγας και της περιφερειακής οδού Σταυρού - Ελευσίνας, κατασκευάστηκε αρχείο το οποίο περιέχει κωδικοποιημένο το δίκτυο της Αθήνας μετά την κατασκευή της προτεινόμενης υποδομής.

Η νέα υποδομή θεωρείται ότι αποτελείται από οδούς δύο κατευθύνσεων με τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση. Η κυκλοφοριακή ικανότητα έχει τεθεί 4050 οχήματα ανά τμήμα. Η κωδικοποίηση έγινε με τέτοιο τρόπο, ώστε η κάθε κίνηση θεωρήθηκε σαν ένα ξεχωριστό τμήμα. Ο κυκλοφοριακός φόρτος μοιράστηκε ανάλογα και στα τρία ρεύματα.

Η είσοδος - εξόδος της σήραγγας που βρίσκεται στο τμήμα της λεωφόρου Αλεξάνδρας μπροστά από το Πεδίο του Άρεως κωδικοποιήθηκε εισάγοντας έναν νέο χαρακτηριστικό αριθμό (970) και δίνοντας την απόσταση αυτού του σημείου ως προς τις δύο πλησιέστερες ήδη κωδικοποιημένες διασταυρώσεις.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι φόρτοι που υπολογίζονται, είναι στην συγκεκριμένη περίπτωση, οι φόρτοι που θα υπήρχαν αν δεν τεθεί χρέωση. Από αυτές τις τιμές και με τη χρησιμοποίηση των αποτελεσμάτων της προηγούμενης επεξεργασίας με τα πρότυπα Logit, μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τους κυκλοφοριακούς φόρτους υπό συνθήκες οδικής διατίμησης.

Τα αποτελέσματα έχουν αναχθεί στην ώρα αιχμής, δηλαδή ο ημερήσιος φόρτος έχει πολλαπλασιαστεί με 0.05. Θεωρήθηκε ότι αυτό είναι το ποσοστό του ημερήσιου φόρτου που αντιστοιχεί στην ώρα αιχμής. Η υπόθεση αυτή ελέγχεται με τη σύγκριση των φόρτων που προκύπτουν από το πρόγραμμα με τους πραγματικούς.

5.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΦΟΡΤΩΝ ΜΕ ΤΟΥΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥΣ ΜΕΤΡΗΜΕΝΟΥΣ

Με χρήση του προγράμματος υπολογίζεται ο κυκλοφοριακός φόρτος κατά την ώρα αιχμής. Θεωρήθηκε ότι η ώρα αιχμής αντιπροσωπεύεται σε ποσοστό 0,05 του ημερήσιου φόρτου. Για τον έλεγχο αυτής της παραδοχής χρησιμοποιήθηκαν οι πραγματικές μετρήσεις μιας αντιπροσωπευτικής ημέρας που είχαν γίνει από το Εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών στα πλαίσια της εφαρμογής του προγράμματος QUARTET. Για τις μετρήσεις αυτές είχαν χρησιμοποιηθεί αυτόματα καταγραφικά μηχανήματα.

Χρησιμοποιώντας δείγματα αυτών των μετρήσεων που υπάρχουν σε μορφή διαγραμμάτων θα ελεγχθεί αν οι φόρτοι που υπολογίστηκαν και αφορούν τον κυκλοφοριακό φόρτο στο δίκτυο πριν την κατασκευή της νέας προτεινόμενης υποδομής προσεγγίζουν τους πραγματικούς φόρτους που μετρήθηκαν σε ορισμένες διατομές του δικτύου στις 28/5/95.

Παρουσιάζεται η ανάλυση για 15 τυπικές περιπτώσεις.

Σε επτά από αυτές τις περιπτώσεις οι φόρτοι που υπολογίστηκαν συμπίπτουν με τους καταγεγραμμένους. (Απόκλιση της τάξης του 5% γίνεται δεκτή).

Αυτοί είναι:

-Στην λεωφόρο **Αλεξάνδρας**, στο τμήμα 258-269 (διασταύρωση με οδό Μαυροματέων). Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **2412** οχήματα/ώρα.

-Στην οδό **Πανεπιστημίου**, στο τμήμα 215-259 (διασταύρωση με Ε. Μπενάκη). Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **3046** οχήματα/ώρα.

-Στην οδό **Ακαδημίας**, στο τμήμα 206-227 (διασταύρωση με Λεωφόρο Β. Σοφίας). Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **2236** οχήματα/ώρα.

-Στην λεωφόρο **Καλλιρόης**, στο τμήμα 513-514. Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **1995** οχήματα/ώρα.

-Στην οδό **Σόλωνος**, στο τμήμα 179-180 (στην διασταύρωση με την οδό Ηρακλείτου). Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **1524** οχήματα/ώρα.

-Στην λεωφόρο **Βασ. Κωνσταντίνου**, στο τμήμα 235-234.(αρχή της Βασ. Κωνσταντίνου, μετά την διασταύρωση με την λεωφόρο Βασ. Σοφίας). Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **2405** οχήματα/ώρα.

-Στην οδό **Φιλελλήνων** στο τμήμα 474-475. Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **2130** οχήματα/ώρα.

Πέντε περιπτώσεις φόρτων που υπολογίστηκαν διαφέρουν κατά 5-20% με τους μετρημένους. Αυτοί είναι:

-Στην οδό **Ιπποκράτους**, στο τμήμα 185-199 (διασταύρωση με Σόλωνος). Ο φόρτος που μετρήθηκε είναι **2220** οχήματα/ώρα και είναι κατά 15% μειωμένος από τον αντίστοιχο υψηλότερο μετρημένο.

-Στην οδό **Σταδίου**, στο τμήμα 223-224 (διασταύρωση με Βουκουρεστίου). Ο φόρτος που μετρήθηκε είναι **2033** οχήματα/ώρα και είναι κατά 13% μικρότερος από τον αντίστοιχο υψηλότερο μετρημένο.

-Στην οδό **Φιλελλήνων**, στο τμήμα 476-494. Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **2247** οχήματα/ώρα και είναι κατά 8% μειωμένος από τον αντίστοιχο υψηλότερο μετρημένο.

-Στην λεωφόρο **Κηφισίας**, στο τμήμα 570-243 (πριν την διασταύρωση με την λεωφόρο Αλεξάνδρας). Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι 20% μικρότερος από τον υψηλότερο μετρημένο.

-Στην λεωφόρο **Βασ. Κων/νου**, στο τμήμα 519-518 (διασταύρωση με οδό Ρηγίλλης). Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **2362** οχήματα/ώρα και είναι κατά 16% χαμηλότερος από τον αντίστοιχο μετρημένο.

Μία περίπτωση φόρτου που υπολογίστηκε από το πρόγραμμα είναι 15% χαμηλότερος από τον καταμετρημένο φόρτο και είναι στην λεωφόρο **Βασ. Σοφίας**, στο τμήμα 243-242 (μετά την διασταύρωση με την λεωφόρο Αλεξάνδρας). Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **1663** οχήματα/ώρα.

Τέλος, σε 2 περιπτώσεις οι φόρτοι που υπολογίστηκαν παρουσιάζουν υψηλότερη διαφορά από τους αντίστοιχους μετρημένους. Αυτοί είναι:

-Στην λεωφόρο **Αλεξάνδρας** στο τμήμα 248-249 (διασταύρωση με οδό Κυρίλλου Λουκάρεως). Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **3129** οχήματα/ώρα και διαφέρει από τον αντίστοιχο μετρημένο κατά 125%.

-Στην λεωφόρο **Κηφισίας**, στο τμήμα 575-574 (μετά την διασταύρωση με την οδό Μουσών). Ο φόρτος που υπολογίστηκε είναι **3570** οχήματα/ώρα και διαφέρει από τον αντίστοιχο υψηλότερο μετρημένο κατά 69%.

Η ακριβής εκτίμηση της κυκλοφορίας βάσει του προγράμματος θα ήταν δυσχερής, αφού ο κυκλοφοριακός φόρτος της κάθε ημέρας μεταβάλλεται βάσει των ιδιαιτέρων συνθηκών που επικρατούν την συγκεκριμένη ημέρα και οι μεταβολές αυτές χρειάζονται πληθώρα μεταβλητών για να περιγραφούν και είναι δύσκολο να προβλεφθούν βάσει προγραμμάτων.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση θεωρείται ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος που υπολογίζεται για την περίπτωση πριν την κατασκευή της προτεινόμενης υποδομής, περιγράφει ικανοποιητικά τον κυκλοφοριακό φόρτο στο υπάρχον δίκτυο. Κατά συνέπεια, περαιτέρω εκτιμήσεις για την μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου με την κατασκευή της νέας υποδομής θα γίνουν με χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος και με θεώρηση ότι η ώρα αιχμής περιγράφεται με ποσοστό 5% του ημερήσιου φόρτου.

5.3 ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΙ ΦΟΡΤΟΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ - ΑΝΑΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς των κυκλοφοριακών φόρτων στο δίκτυο, παρατηρούνται μετά την κατασκευή της νέας υποδομής τα εξής (πρβλ. αντίστοιχους χάρτες)

-το μεγαλύτερο μέρος της κυκλοφορίας είναι στην σήραγγα και όχι στο αντίστοιχο επιφανειακό δίκτυο.

-Η κυκλοφορία στο επιφανειακό δίκτυο μετά την κατασκευή της νέας υποδομής παρουσιάζεται ιδιαίτερα μειωμένη ως προς την κυκλοφορία στα ίδια τμήματα πριν την κατασκευή της σήραγγας. Εξαίρεση αποτελεί η οδός Φειδιππίδου, η οποία παραμένει στα ίδια περίπου επίπεδα φόρτισης.

-συνολικά, αν αθροίσουμε την κυκλοφορία τού τούνελ και του επιφανειακού δικτύου, η συνολική κυκλοφορία στην περιοχή παρουσιάζεται αισθητά αυξημένη.

Τα αποτελέσματα αυτά είναι αναμενόμενα γιατί:

-το μεγαλύτερο μέρος την κυκλοφορίας είναι κινήσεις οι οποίες για να γίνουν χρησιμοποιείται όλο το μήκος των λεωφόρων Αλεξάνδρας Κηφισίας, Βασ. Σοφίας και Βασ. Κων/νου στο οποίο έχει κατασκευαστεί η σήραγγα. Αυτές οι κινήσεις διοχετεύονται μέσα στη σήραγγα στην οποία λόγω χρόνου, μήκους και κυκλοφοριακών συνθηκών που επικρατούν, εξυπηρετούνται καλύτερα. Στο επιφανειακό δίκτυο παραμένουν μόνο οι μετακινήσεις κατά τις οποίες δεν χρησιμοποιείται για πολύ ο οδικός άξονας κάτω από τον οποίον έχει κατασκευαστεί η σήραγγα.

Οι παράμετροι οι οποίοι προσδιορίζουν την αντίσταση στη μετακίνηση είναι ο χρόνος και το μήκος. Μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου σε ένα τμήμα του δικτύου προκαλεί αύξηση της ταχύτητας, η οποία έχει ως συνέπεια την μείωση του χρόνου μετακίνησης και άρα προσέλκυση μετακινήσεων σε αυτό το τμήμα του δικτύου.

Η κατασκευή της σήραγγας αρχικά αναμένεται να προκαλέσει μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου στο αντίστοιχο επιφανειακό δίκτυο.

Αυτό προκαλεί βελτίωση των κυκλοφοριακών συνθηκών σε αυτά τα τμήματα (μεγαλύτερη ταχύτητα ροής). Μειώνεται όμως η αντίσταση στη μετακίνηση των συγκεκριμένων τμημάτων σε σχέση με τα άλλα τμήματα του δικτύου, οπότε παρατηρείται προσέλκυση μετακινήσεων, οι οποίες πριν την κατασκευή της σήραγγας διοχετεύονταν μέσω των άλλων τμημάτων του δικτύου αφού το δίκτυο στα συγκεκριμένα τμήματα είχε πολύ υψηλό φόρτο με συνέπεια την αύξηση των καθυστερήσεων. Αρα τελικά η μείωση της κυκλοφορίας στο αντίστοιχο επιφανειακό δίκτυο είναι μόνο προσωρινή και η κυκλοφορία εξακολουθεί να παρουσιάζει αρκετά υψηλές τιμές στα ίδια τμήματα και μετά την προσφορά επιπλέον υποδομής.

Γιά το λόγο αυτό παρατηρείται το φαινόμενο κατά το οποίο χωρίς να υπάρχει αύξηση της συνολικής κινητικότητας, το άθροισμα του φόρτου της σήραγγας και του φόρτου του αντίστοιχου επιφανειακού δικτύου πριν την κατασκευή της να είναι μεγαλύτερο από τον φόρτο που υπήρχε στο επιφανειακό δίκτυο στα συγκεκριμένα τμήματα πριν την κατασκευή της σήραγγας.

Παρατηρώντας τους φόρτους που προκύπτουν στο δίκτυο με την κατασκευή της νέας υποδομής, γίνεται η διαπίστωση ότι υπάρχει ανακατανομή των μετακινήσεων όχι μόνο στις περιοχές του δικτύου στην περιοχή της σήραγγας, αλλά υπάρχουν σημαντικές αλλαγές του κυκλοφοριακού φόρτου σε όλο το δίκτυο.

Επομένως, παρατηρούνται προσελκύσεις στα τμήματα του δικτύου στα οποία υπάρχει προσφορά επιπλέον υποδομής (Λ. Αλεξάνδρας, Βασ. Σοφίας, Βασ. Κων/νου, Καλλιρόης, Κηφισίας, Φειδιππίδου). Αυτές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι προσελκύσεις μετακινήσεων, οι οποίες πριν την κατασκευή της σήραγγας πραγματοποιούνταν μέσω παραλλήλων οδών ή οδών που κινούνται προς

τις ίδιες διευθύνσεις και βρίσκονται πλησίον της νέας υποδομής. Η δεύτερη κατηγορία είναι οι μετακινήσεις, οι οποίες με την κατασκευή της σήραγγας πραγματοποιούνται από εντελώς διαφορετικές διαδρομές.

Η ακριβής ανάλυση της νέας κατανομής των μετακινήσεων και η διεξαγωγή αριθμητικών συμπερασμάτων για τις νέες έλξεις είναι δυσχερές, αφού είναι γνωστοί μόνο οι φόρτοι πριν και μετά την κατασκευή της νέας υποδομής και όχι η διαδρομή που ακολουθείται για κάθε μία μετακίνηση. Επιπλέον σε κάθε τμήμα της επιφανειακής υποδομής, είναι γνωστός μόνο ο κυκλοφοριακός φόρτος στις συγκεκριμένες διατομές και όχι ο διαχωρισμός του φόρτου ανά κατεύθυνση. Ακόμα η ελάττωση του κυκλοφοριακού φόρτου ορισμένων τμημάτων δεν οφείλεται μόνο στην προσέλκυση της μετακίνησης από την σήραγγα ή από πλησιέστερες διαδρομές, αλλά τμήμα αυτής μπορεί να αποδοθεί στην κατασκευή της περιφερειακής λεωφόρου Σταυρού - Ελευσίνας.

Πιο αναλυτικά οι προσελκύσεις μετακινήσεων που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία:

Στο τμήμα 970-411 της σήραγγας το οποίο περιλαμβάνει τμήμα της λεωφόρου Αλεξάνδρας το οποίο βρίσκεται στο ύψος του Πεδίου του Άρεως και την οδό Ιουλιανού, στην κατεύθυνση της καθόδου, ο κυκλοφοριακός φόρτος στην σήραγγα είναι 2757 οχήματα ανά ώρα. Στο αντίστοιχο επιφανειακό δίκτυο, μιά ενδεικτική τιμή του κυκλοφοριακού φόρτου είναι 2358 οχήματα/ώρα. Η αντίστοιχη τιμή του φόρτου πριν την κατασκευή της σήραγγας είναι 2703 οχήματα/ώρα.

Παρατηρείται δηλαδή αύξηση του φόρτου κατά 410 οχήματα/ώρα. Παράλληλα όμως, ελαττώνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος στις εξής οδούς

οι οποίες κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση με αυτό το τμήμα της σήραγγας:

-Στην οδό Παιωνίου, η οποία είναι παράλληλος της Ιουλιανού παρατηρείται μείωση του φόρτου από 1448 σε 751 οχήματα/ώρα.

-Στην οδό Κοδριγκτώνος, ο φόρτος μεταβάλλεται από 1081 οχήματα/ώρα σε 165.

-Στην οδό Ευελπίδων στο τμήμα που βρίσκεται στο ύψος του Πεδίου του Αρεως, παρατηρείται μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου από 1279 σε 358 οχήματα/ώρα.

Ενα τμήμα από αυτή τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου αποδίδεται σε προσέλκυση των αντίστοιχων μετακινήσεων στο ακραίο τμήμα της λεωφόρου Αλεξάνδρας (σήραγγα - επιφανειακή υποδομή) και στην οδό Ιουλιανού.

Στο ίδιο τμήμα της σήραγγας στην κατεύθυνση προς την λεωφόρο Αλεξάνδρας, επιφανειακή υποδομή θεωρείται η οδός Ηπείρου, η οποία είναι η αντίστοιχη της Ιουλιανού προς την αντίθετη κατεύθυνση. Ο φόρτος στην σήραγγα είναι 2502 οχήματα/ώρα την ώρα αιχμής. Οι μέγιστοι φόρτοι που παρατηρούνται στο αντίστοιχο επιφανειακό δίκτυο είναι 2306 οχήματα/ώρα πριν την κατασκευή και 2210 οχήματα/ώρα μετά την κατασκευή της σήραγγας. Παρατηρείται δηλαδή συνολική αύξηση κατά 2598 οχήματα/ώρα.

Παρατηρείται όμως μείωση του φόρτου στις εξής οδούς, οι οποίες αποτελούν εναλλακτικές διαδρομές για την ίδια μετακίνηση:

-Στην οδό Δεριγνύ, ο κυκλοφοριακός φόρτος μεταβάλλεται από 1510 οχήματα/ώρα την ώρα αιχμής σε 246.

-Στην λεωφόρο Πατησίων, στην κατεύθυνση προς την λεωφόρο Αλεξάνδρας, ο κυκλοφοριακός φόρτος μεταβάλλεται από 3232 σε 2591 οχήματα/ώρα.

-Η οδός Ευελπίδων στην κατεύθυνση προς Πολύγωνο, παρουσιάζει αισθητή μείωση του φόρτου: απο 903 σε 358 οχήματα/ώρα.

Στη συνέχεια εξετάζεται η μεταβολή του φόρτου στην λεωφόρο Αλεξάνδρας στην κατεύθυνση προς Αμπελοκήπους. Ο φόρτος στην σήραγγα στο συγκεκριμένο τμήμα είναι 4673 οχήματα/ώρα, έναντι 2069 οχημάτων/ώρα του επιφανειακού τμήματος. Πρίν την κατασκευή της νέας υποδομής, ο αντίστοιχος φόρτος είναι 2606 οχήματα/ώρα. Αρα η επιπλέον προσέλκυση μετακινήσεων υπολογίζεται σε 4136 οχήματα/ώρα.

-Παράλληλα, η οδός Τσόχα, η οποία μπορεί να αποτελέσει εναλλακτική διαδρομή, παρουσιάζει μείωση του φόρτου από 864 σε 462 οχήματα/ώρα.

-Η οδός Πανόρμου, η οποία συχνά χρησιμοποιείται στις μετακινήσεις αντί των λεωφόρων Αλεξάνδρας και Κηφισίας, παρουσιάζει μείωση του φόρτου από 1718 σε 862 οχήματα/ώρα.

-Η διαδρομή Λεωφόρος Αλεξάνδρας - Κηφισίας, προσελκύει μετακινήσεις απο τις οδούς Ελ. Βενιζέλου (περιφερειακός Πολυγώνου) και Μουσών (Ψυχικό).

-Στην αντίστοιχη κατεύθυνση της οδού Ελ. Βενιζέλου η μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου είναι από 1623 σε 843 οχήματα/ώρα.

-Στην οδό Μουσών, ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώνεται από 1794 σε 1369 οχήματα/ώρα.

Συγχρόνως, το τμήμα της λεωφόρου Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς το Πεδίον του Αρεως, παρουσιάζει φόρτο σήραγγας 4609 οχήματα/ώρα, φόρτο στο επιφανειακό δίκτυο 2000 οχήματα/ώρα και φόρτο πρίν την κατασκευή της σήραγγας 2647 οχήματα/ώρα. Δηλαδή υπάρχει επιπλέον προσέλκυση μετακινήσεων κατά 3962 οχήματα/ώρα.

-Παράλληλα, η οδός Πανόρμου στην αντίστοιχη κατεύθυνση παρουσιάζει μείωση του φόρτου από 1703 σε 825 οχήματα/ώρα .

-Η οδός Μουσών, παρουσιάζει μείωση από 2073 σε 795 οχήματα/ώρα ενώ η οδός Ελ. Βενιζέλου στην κάθοδο, μείωση από 1488 οχήματα/ώρα σε 748.

-Ο φόρτος στην οδό Παλιγεννεσίας (περιφερειακός Λυκαβηττού), στο παράλληλο τμήμα προς την λεωφόρο Αλεξάνδρας, μεταβάλλεται από 898 σε 758 οχήματα/ώρα.

Στη λεωφόρο Κηφισίας, στο ρεύμα προς την οδό Κατεχάκη, ο φόρτος στην σήραγγα υπολογίζεται σε 5053 οχήματα/ώρα. Ο φόρτος στο επιφανειακό τμήμα της λεωφόρου είναι 2518 οχήματα/ώρα, ενώ πρίν την κατασκευή της σήραγγας, ο αντίστοιχος φόρτος είναι 3748 οχήματα/ώρα. Παρατηρείται δηλαδή αύξηση κατα 3823 οχήματα/ώρα.

Οι εναλλακτικές διαδρομές, των οποίων ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώθηκε είναι οι εξής:

-Η οδός Πανόρμου, η οποία ενώ πριν την κατασκευή της νέας υποδομής είχε φόρτο 1718 οχήματα/ώρα την ώρα αιχμής, μετά την κατασκευή έχει φόρτο 862 οχήματα/ώρα.

-Η λεωφόρος Μεσογείων η οποία στην αντίστοιχη κατεύθυνση, πριν την κατασκευή της σήραγγας είχε φόρτο 3385 οχήματα/ώρα, μετά την κατασκευή έχει φόρτο 2472 οχήματα/ώρα.

-Ακόμη, παράλληλη της λεωφόρου Κηφισίας είναι η οδός Κυρίλλου Λουκάρεως, η οποία πριν την κατασκευή της σήραγγας έχει φόρτο 955 οχήματα/ώρα. Μετά την κατασκευή της σήραγγας, ο φόρτος μειώνεται σε 709 οχήματα/ώρα την ώρα αιχμής.

-Επίσης, στην λεωφόρο Κατεχάκη, η οποία αποτελεί εναλλακτική διαδρομή στις μετακινήσεις προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση, ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώθηκε από 3365 σε 1480 οχήματα/ώρα.

Η λεωφόρος Κηφισίας, παρουσιάζει στην κατεύθυνση προς Αμπελοκήπους τους εξής φόρτους την ώρα αιχμής: 5041 οχήματα/ώρα στην σήραγγα και 2575 οχήματα/ώρα στο επιφανειακό δίκτυο μετά την κατασκευή της σήραγγας ενώ ο αντίστοιχος κυκλοφοριακός φόρτος πριν την κατασκευή είναι 3570 οχήματα/ώρα. Παρουσιάζεται δηλαδή αύξηση των μετακινήσεων σε αυτό το τμήμα του δικτύου κατά 4046 οχήματα/ώρα.

Προσέλκυση μετακινήσεων εκτιμάται ότι έγινε από τις εξής οδούς:

-Από την οδό Πανόρμου, στην οποία ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώθηκε από 1703 σε 825 οχήματα/ώρα.

-Από την λεωφόρο Μεσογείων, της οποίας ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώθηκε από 3267 σε 2487 οχήματα/ώρα.

-Από την οδό Κατεχάκη. Ο αντίστοιχος κυκλοφοριακός φόρτος μεταβλήθηκε από 3452 σε 1480 οχήματα/ώρα.

Στο τμήμα της σήραγγας κατά μήκος της λεωφόρου Κηφισίας το οποίο έχει κατεύθυνση από την οδό Κατεχάκη προς το Χαλάνδρι, ο φόρτος που υπολογίζεται είναι 4373 οχήματα/ώρα. Στο αντίστοιχο επιφανειακό δίκτυο, η υψηλότερη τιμή του κυκλοφοριακού φόρτου είναι 2353 οχήματα/ώρα, έναντι 4884 οχημάτων/ώρα πριν την κατασκευή της προτεινόμενης υποδομής. Παρατηρείται δηλαδή αύξηση κατά 1842 οχήματα/ώρα.

Παράλληλα όμως, μειώνεται ο φόρτος στις οδούς που κινούνται παράλληλα με την λεωφόρο Κηφισίας και κατευθύνονται προς Βορρά.

-Η οδός Ομορφοκκλησιάς (Βεΐκου) παρουσιάζει μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου από 3188 σε 1242 οχήματα/ώρα.

-Η λεωφόρος Ιωνίας, παρουσιάζει μείωση από 1233 σε 467 οχήματα/ώρα.

-Ο φόρτος στην λεωφόρο Μεσογείων μειώνεται από 3540 σε 2376 οχήματα/ώρα.

Αν θεωρηθεί το αντίστοιχο τμήμα της λεωφόρου Κηφισίας που έχει κατεύθυνση από το Χαλάνδρι προς την λεωφόρο Κατεχάκη, υπολογίζεται φόρτος στην σήραγγα 4595 οχήματα/ώρα. Παράλληλα, ο φόρτος στην αντίστοιχη επιφανειακή υποδομή είναι 2550 οχήματα/ώρα, ενώ πριν την κατασκευή της σήραγγας υπολογίστηκε σε 4657 οχήματα/ώρα. Παρατηρείται δηλαδή αύξηση κατά 2488 οχήματα/ώρα.

- Η οδός Βεΐκου στην αντίστοιχη κατεύθυνση έχει μείωση φόρτου από 3143 σε 1366 οχήματα/ώρα.

-Η λεωφόρος Ιωνίας, παρουσιάζει μείωση από 1142 σε 367 οχήματα/ώρα.

-Ο φόρτος στην αντίστοιχη κατεύθυνση της λεωφόρου Μεσογείων μεταβλήθηκε από 3855 σε 2386 οχήματα/ώρα.

Το τμήμα της σήραγγας στην λεωφόρο Βασ. Σοφίας που έχει κατεύθυνση από τους Αμπελοκήπους προς το Χίλτον, φορτίζεται με 4677 οχήματα/ώρα. Ο αντίστοιχος φόρτος στην λεωφόρο είναι μετά την κατασκευή της σήραγγας 2376 οχήματα/ώρα κατά μέγιστη τιμή, έναντι 3133 οχημάτων που ήταν πριν την κατασκευή της νέας υποδομής. Αυξάνεται δηλαδή στην ώρα αιχμής κατά 3920 οχήματα/ώρα.

-Η αντίστοιχη κατεύθυνση της οδού Μιχαλακοπούλου παρουσιάζει μείωση κυκλοφοριακού φόρτου από 2281 σε 1525 οχήματα/ώρα.

-Ο φόρτος της οδού Υμηττού στο αντίστοιχο τμήμα, μεταβάλλεται από 2052 σε 1192 οχήματα/ώρα.

-Η οδός Παπαδιαμαντοπούλου, η οποία μπορεί να θεωρηθεί ότι κινείται παράλληλα, παρουσιάζει μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου από 2185 σε 1703 οχήματα/ώρα.

-Η οδός Μικράς Ασίας, παρουσιάζει μείωση του φόρτου από 1065 σε 492 οχήματα/ώρα.

Παράλληλα, το τμήμα της σήραγγας με κατεύθυνση από το Χίλτον προς τους Αμπελοκήπους έχει φόρτο 4803 οχήματα/ώρα. Ο φόρτος στην λεωφόρο Βασ. Σοφίας είναι 2336 οχήματα/ώρα, έναντι 3133 οχημάτων/ώρα που ήταν πριν την κατασκευή της σήραγγας. Η μεταβολή δηλαδή του φόρτου που εξυπηρετεί αυτό το τμήμα είναι της τάξης των 4006 οχημάτων/ώρα.

-Η οδός Μιχαλακοπούλου στην αντίθετη κατεύθυνση παρουσιάζει μείωση φόρτου από 2331 σε 1720 οχήματα/ώρα.

-Ο φόρτος στην οδό Υμηττού μειώνεται από 2004 σε 1533 οχήματα/ώρα.

-Εναλλακτικά ως προς την κατεύθυνση αυτή της Βασ. Σοφίας, λειτουργεί η οδός Δημ. Σούτσου. Ο φόρτος της οδού μετά την κατασκευή της σήραγγας μειώνεται από 1493 σε 996 οχήματα/ώρα.

-Στην οδό Παπαδιαμαντοπούλου, στο τμήμα το οποίο μπορεί να θεωρηθεί παράλληλο της συγκεκριμένης κατεύθυνσης της λεωφόρου Βασ. Σοφίας, ο κυκλοφοριακός φόρτος την ώρα αιχμής μεταβάλλεται από 1731 σε 1619 οχήματα/ώρα.

Το τμήμα της σήραγγας που βρίσκεται κατά μήκος των λεωφόρων Βασ. Κων/νου και Καλλιρρόης και έχει κατεύθυνση προς την λεωφόρο Συγγρού, παρουσιάζει κυκλοφοριακό φόρτο 4922 οχήματα/ώρα. Ο αντίστοιχος φόρτος στο επιφανειακό δίκτυο υπολογίζεται σε 2438 οχήματα/ώρα μετά την κατασκευή της σήραγγας, έναντι 3611 οχημάτων/ώρα πριν την κατασκευή της. Υπολογίζεται δηλαδή αύξηση του φόρτου που εξυπηρετεί το συγκεκριμένο τμήμα κατά 3749 οχήματα/ώρα.

Οι οδοί που κατευθύνονται παράλληλα με αυτό το τμήμα παρουσιάζουν τις εξής μεταβολές φόρτων:

-Η οδός Υμηττού πριν την κατασκευή της σήραγγας έχει κυκλοφοριακό φόρτο 2796 οχήματα/ώρα. Μετά την κατασκευή, ο φόρτος μειώνεται σε 1616 οχήματα/ώρα.

-Η λεωφόρος Συγγρού παρουσιάζει μεταβολή φόρτου από 2646 σε 1889 οχήματα/ώρα.

-Ο φόρτος της οδού Βεΐκου μεταβάλλεται από 627 οχήματα σε 426 οχήματα/ώρα την ώρα αιχμής.

-Η οδός Αγ. Δημητρίου η οποία μπορεί να θεωρηθεί ότι αντικαθιστά την Καλλιρρόης στις μετακινήσεις από τα Νότια προάστια προς το κέντρο, παρουσιάζει μείωση φόρτου από 1134 σε 960 οχήματα/ώρα.

Ο φόρτος στην αντίθετη κατεύθυνση της σήραγγας (από λεωφ. Συγγρού προς Χίλτον) είναι 5427 οχήματα/ώρα. Ο μέγιστος φόρτος στο αντίστοιχο επιφανειακό τμήμα είναι 2966 οχήματα/ώρα. Πρίν την κατασκευή της σήραγγας, ο επιφανειακός φόρτος ήταν 2249 οχήματα/ώρα. Η συνολική αύξηση του φόρτου που εξυπηρετεί το συγκεκριμένο τμήμα είναι 5944 οχήματα/ώρα.

-Η οδός Φιλολάου παρουσιάζει μείωση φόρτου από 2373 σε 1258 οχήματα/ώρα.

-Ο φόρτος στο αντίστοιχο τμήμα της λεωφόρου Συγγρού μειώνεται από 2437 σε 1506 οχήματα/ώρα.

-Ο φόρτος στην Αγ. Δημητρίου παρουσιάζει μείωση από 903 σε 767 οχήματα/ώρα.

Στις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν, η μείωση των κυκλοφοριακών φόρτων στους δρόμους που μπορούν να αντικαταστήσουν τον οδικό άξονα της σήραγγας ή που κινούνται παράλληλα προς αυτόν, δεν περιγράφει πλήρως την συνολική αύξηση του φόρτου που παρατηρείται

στην σήραγγα και την αντίστοιχη επιφανειακή υποδομή στη θέση της σήραγγας.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο φόρτος που προστέθηκε προέρχεται από πλήρη μεταβολή της διαδρομής, δηλαδή από μετακινήσεις οι οποίες πριν από την κατασκευή της σήραγγας, λόγω των αντιστάσεων μετακίνησης που υπήρχαν ακολουθούσαν κάποια διαδρομή, αλλά η προσφορά επιπλέον υποδομής άλλαξε την αντίσταση στη μετακίνηση, με αποτέλεσμα για την ίδια μετακίνηση να ακολουθείται τελείως διαφορετική διαδρομή.

Γιά τις μετακινήσεις μεταξύ των Νοτίων προαστίων της Αθήνας και κέντρου ή Βορίων προαστίων, συχνά ακολουθούνται διαδρομές μέσω της οδού Κατεχάκη. Με την εφαρμογή της νέας υποδομής, ορισμένες από αυτές τις μετακινήσεις προσελκύονται από την σήραγγα. Με τον τρόπο αυτό παρατηρείται μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου στις λεωφόρους Κατεχάκη και Βουλιαγμένης.

Η λεωφόρος Κατεχάκη στο τμήμα της στο ύψος της Ηλιούπολης πριν την κατασκευή της σήραγγας έχει κυκλοφοριακό φόρτο 2648 οχήματα/ώρα ενώ μετά την κατασκευή της σήραγγας, ο φόρτος μειώνεται σε 2177 οχήματα/ώρα.

Άλλη διαδρομή που ακολουθείται συχνά από και προς τα Νότια προάστια είναι μέσω του κέντρου, των οδών Ηρώδου του Αττικού και Βουλιαγμένης. Αυτή η διαδρομή, με την κατασκευή της νέας υποδομής επίσης αντικαθιστάται από την σήραγγα.

Ο νέος κυκλοφοριακός φόρτος της οδού Βουλιαγμένης είναι 2923 οχήματα έναντι 3338 οχήματα/ώρα πρίν την κατασκευή στην κατεύθυνση προς Νότο και 2294 οχήματα/ώρα έναντι 2996 πρίν την κατασκευή στην κατεύθυνση προς κέντρο.

Η οδός Σκουφά παρουσιάζει μείωση φόρτου από 1996 σε 1567 οχήματα/ώρα. Η οδός Ηρώδου του Αττικού παρουσιάζει μείωση φόρτου από 1542 σε 731 οχήματα/ώρα.

Ακόμη, η λεωφόρος Κηφισίας με την επέκταση της υποδομής προσελκύει μετακινήσεις από διαδρομές μέσω των περιοχών Πατησίων, Γαλασίου, Ν. Ιωνίας, Καλογρέζας και Αμαρουσίου. Αυτό φαίνεται από τις μεταβολές του κυκλοφοριακού φόρτου στις εξής λεωφόρους:

-Στην λεωφόρο Ιωνίας από 1233 σε 467 οχήματα/ώρα στην κατεύθυνση προς Βορρά και από 1142 οχήματα/ώρα σε 367 στην κατεύθυνση προς κέντρο.

-Στην οδό Βεΐκου από 3188 οχήματα/ώρα σε 1242 στην κατεύθυνση προς Βορρά και από 3143 σε 1366 οχήματα/ώρα στην κατεύθυνση προς κέντρο.

Ακόμη παρατηρείται μείωση του φόρτου στην Εθνική οδό και στην λεωφόρο Κηφισού. Ο φόρτος στην Εθνική οδό μεταβάλλεται από 2358 σε 1298 οχήματα/ώρα στην κατεύθυνση προς Βορρά και από 2422 σε 1194 οχήματα/ώρα την ώρα αιχμής στην κατεύθυνση προς κέντρο. Ο φόρτος στην λεωφόρο Κηφισού μεταβάλλεται από 2661 σε 2113 οχήματα/ώρα στην κατεύθυνση προς Βορρά και από 2841 σε 2586 οχήματα/ώρα στην ώρα αιχμής στην κατεύθυνση προς κέντρο.

Γενικά η κατασκευή της νέας υποδομής προκαλεί μεταβολές του κυκλοφοριακού φόρτου σε όλο το δίκτυο της Αθήνας. Τόσο η σήραγγα, όσο και η περιφερειακή λεωφόρος Σταυρού - Ελευσίνας, προσελκύουν μετακινήσεις, οι οποίες για την πραγματοποίησή τους χρησιμοποιούσαν τις οδούς του κέντρου. Με τον τρόπο αυτό παρατηρείται μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου σε κεντρικές αρτηρίες οι οποίες τις ώρες αιχμής προσεγγίζουν τα όρια κορεσμού.

Ενδεικτικά αναφέρονται:

-Η οδός Ακαδημίας παρουσιάζει μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου από 3009 σε 2776 οχήματα/ώρα την ώρα αιχμής.

-Η οδός Πανεπιστημίου παρουσιάζει μείωση από 5160 σε 4257 οχήματα/ώρα.

-Η οδός Σταδίου παρουσιάζει μείωση από 3169 σε 2369 οχήματα/ώρα.

-Στην οδό Ρηγίλλης, ο φόρτος μειώνεται από 1310 σε 635 οχήματα/ώρα.

-Στην οδό Βασ. Σοφίας στο Κολωνάκι, ο φόρτος στην κατεύθυνση προς Σύνταγμα μειώνεται από 2589 σε 2130 οχήματα/ώρα και στην κατεύθυνση προς Βασ. Κων/νου από 2776 σε 2150 οχήματα/ώρα.

-Στην οδό Φιλλελλήνων, ο φόρτος μειώνεται από 3982 σε 3184 οχήματα/ώρα.

-Στην οδό Αμαλίας, ο φόρτος μειώνεται από 4236 σε 3074 οχήματα/ώρα.

-Στην οδό Β. Όλγας παρατηρείται μείωση φόρτου από 1280 σε 831 οχήματα/ώρα.

-Τέλος, στην οδό Σπ. Μερκούρη στο Παγκράτι, παρατηρείται μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου από 1673 σε 860 οχήματα/ώρα την ώρα αιχμής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΥΡΕΣΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΒΟΛΗΣ ΤΕΛΟΥΣ

6.1 ΜΗΤΡΩΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΔΙΕΥΡΥΝΣΗ ΑΥΤΩΝ.

Σύμφωνα με την μελέτη του ΟΑΣΑ, η Αθήνα έχει χωριστεί σε ζώνες. Από το δείγμα του ερωτηματολογίου προέκυψε το ακόλουθο μητρώο προέλευσης προορισμού:

Πίνακας 6.1.1 Μητρώο προέλευσης - προορισμού δείγματος

ζώνη προέλευσης	ζώνη προορισμού	μετακινήσεις ανά ημέρα
2	256	1
22	99	1
23	77	1
63	4	1
63	21	1
63	25	1
102	51	1
102	98	1
103	14	2

[Πίνακας 6.1.1 (συνέχεια)]

103	89	1
105	63	1
109	18	2
109	29	1
109	256	1
111	89	1
111	88	1
114	97	3
123	19	1
123	77	2
126	20	1
133	39	2
133	64	2
133	166	1
136	9	1
142	22	2
142	25	3
142	51	1
142	63	1
142	99	1
142	256	1
142	8	1
142	78	1
143	20	1
146	42	1
147	51	1
148	90	1
148	76	2
148	95	1
148	13	1
150	18	1

[Πίνακας 6.1.1 (συνέχεια)]

150	159	1
153	18	2
153	61	1
153	78	1
153	8	1
153	20	1
153	155	1
154	20	1
154	56	1
154	34	1
154	8	1
154	147	1
155	27	2
155	51	1
155	166	2
158	7	3
158	14	1
158	25	4
158	28	1
158	62	4
158	89	1
159	19	2
159	26	1
159	61	1
160	18	1
160	76	1
160	88	1
162	19	2
162	49	1
163	7	2
163	166	2

[Πίνακας 6.1.1 (συνέχεια)]

166	8	1
166	18	1
166	25	1
166	51	2
166	107	1
166	16	2
166	159	2
173	98	1
173	106	2
173	47	3
177	78	1
178	18	1
181	20	3
181	49	1
183	13	2
187	18	1
187	7	1
188	25	1
188	78	2
188	101	1
188	155	1
188	147	1
192	14	2
192	92	1
192	256	1
192	143	1
192	159	4
192	179	1
203	9	1
203	14	1
206	14	1

[Πίνακας 6.1.1 (συνέχεια)]

214	34	2
214	81	1
214	159	1
		Σύνολο= 146

Από την επικαιροποίηση του μητρώου προέλευσης - προορισμού του ΟΑΣΑ του 1993, η οποία έγινε το 1993 από το Εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών, βρέθηκαν οι αντίστοιχες πραγματικές μετακινήσεις που αντιστοιχούν στις συγκεκριμένες ζώνες.

Πίνακας 6.1.2 Μητρώο προέλευσης - προορισμού διευρυμένου δείγματος

ζώνη προέλευσης	ζώνη προορισμού	μετακινήσεις ανά ημέρα
2	256	31
22	99	0
23	77	38
63	4	58
63	21	38
63	25	32
102	51	30
102	98	7
103	14	171
103	89	46
105	63	132
109	18	16

[Πίνακας 6.1.2 (συνέχεια)]

109	29	20
109	256	167
111	89	39
111	88	36
114	97	80
123	19	0
123	77	22
126	20	19
133	39	82
133	64	42
133	166	90
136	9	61
142	22	15
142	25	32
142	51	97
142	63	428
142	99	86
142	256	496
142	8	895
142	78	136
143	20	140
146	42	8
147	51	9
148	90	3
148	76	223
148	95	77
148	13	92
150	18	7
150	159	1079
153	18	15
153	61	50

[Πίνακας 6.1.2 (συνέχεια)]

153	78	166
153	8	274
153	20	107
153	155	244
154	20	7
154	56	1045
154	34	138
154	8	320
154	147	722
155	27	12
155	51	11
155	166	248
158	7	30
158	14	30
158	25	31
158	28	18
158	62	36
158	89	27
159	19	63
159	26	59
159	61	134
160	18	90
160	76	165
160	88	104
162	19	8
162	49	4
163	7	139
163	166	819
166	8	215
166	18	7
166	25	292

[Πίνακας 6.1.2 (συνέχεια)]

166	51	5
166	107	344
166	16	18
166	159	917
173	98	43
173	106	625
173	47	117
177	78	9
178	18	16
181	20	221
181	49	9
183	13	50
187	18	16
187	7	153
188	25	88
188	78	0
188	101	92
188	155	251
188	147	235
192	14	54
192	92	0
192	256	123
192	143	265
192	159	43
192	179	43
203	9	96
203	14	92
206	14	46
214	34	7
214	81	123
214	159	49

6.2. ΧΡΟΝΟΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΖΩΝΩΝ

Με χρήση του προγράμματος SATURN υπολογίστηκαν οι χρόνοι μετακίνησης για κάθε διαδρομή σε συνθήκες ελεύθερης ροής, πριν και μετά την κατασκευή της νέας υποδομής. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται αυτοί οι χρόνοι εκφρασμένοι σε δευτερόλεπτα.

Πίνακας 6.2.1 Χρονοι μετακίνησης μεταξύ των ζωνών σε συνθήκες ελεύθερης ροής

ΖΩΝΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΖΩΝΗ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΥ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΛ. ΡΟΗΣ	
		ΠΡΙΝ (SEC)	ΜΕΤΑ (SEC)
2	256	429	339
103	14	343	275
103	89	362	316
111	89	342	258
114	97	504	363
133	166	690	426
136	9	410	226
142	22	614	524
142	25	665	575
142	51	616	593
142	63	520	477
142	78	723	678
148	90	416	348
148	76	462	323
148	95	498	360

[Πίνακας 6.2.1 (συνέχεια)]

148	13	327	231
154	34	437	368
154	147	1072	882
155	166	1226	999
158	7	898	836
158	14	955	825
158	89	917	866
159	26	487	463
163	7	481	364
163	166	950	679
166	8	515	473
166	18	590	522
166	25	776	605
166	51	727	623
166	107	446	404
166	16	555	487
166	159	855	746
173	98	450	326
173	106	504	344
173	47	343	273
178	18	736	607
181	20	534	467
183	13	543	433
187	18	406	338
187	7	409	341
188	25	522	432
188	78	580	535
188	101	584	494
188	155	965	914
188	147	1014	830
203	9	522	440

[Πίνακας 6.2.1 (συνέχεια)]

203	14	527	453
206	14	583	432
214	34	376	264
214	81	579	441
214	159	630	533

Από αυτούς τους χρόνους, για την συνέχεια της μελέτης ενδιαφέρουν μόνο αυτοί που μεταβάλλονται με την κατασκευή της νέας υποδομής.

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα που έδωσε το πρόγραμμα SATURN, υπολογίστηκαν οι χρόνοι των αντίστοιχων μετακινήσεων που προέκυψαν μετά την κατασκευή της νέας υποδομής, με φόρτιση του δικτύου στο 5% του ημερήσιου φόρτου, φόρτος δηλαδή με τον οποίο επιτυγχάνεται η προσομοίωση της ώρας αιχμής. Στη συνέχεια, αναλογικά με τις συνθήκες ελεύθερης ροής, υπολογίστηκαν οι πραγματικοί (αναμενόμενοι) χρόνοι μετακίνησης πριν την κατασκευή της νέας υποδομής. Τα αποτελέσματα αυτά, φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 6.2.2 Χρόνοι φορτισμένου δικτύου πριν και μετά από την κατασκευή της νέας υποδομής.

ΖΩΝΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΖΩΝΗ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΥ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΛ. ΡΟΗΣ	
		ΠΡΙΝ (SEC)	ΜΕΤΑ (SEC)
2	256	1038	820
103	14	1905	1528
103	89	2071	1808
111	89	2300	1735
114	97	2890	2081
133	166	3856	2381
136	9	2979	1642
142	22	1849	1578
142	25	1899	1642
142	51	2000	1925
142	63	1474	1352
142	78	2171	2036
148	90	1307	1093
148	76	1550	1084
148	95	1866	1349
148	13	1189	840
154	34	1450	1221
154	147	6287	5173
155	166	7080	6120
158	7	3471	3232
158	14	3429	2962
158	89	3411	3222
159	26	4528	4305
163	7	3242	2453
163	166	6411	4582
166	8	3072	2821

[Πίνακας 6.2.2 (συνέχεια)]

166	18	3391	3000
166	25	4153	3238
166	51	4245	3638
166	107	3032	2746
166	16	3325	2918
166	159	7064	6164
173	98	2871	2080
173	106	3194	2180
173	47	2681	2134
178	18	3658	3017
181	20	4050	3542
183	13	1887	1505
187	18	1348	1122
187	7	1647	1373
188	25	1745	1444
188	78	1697	1565
188	101	1897	1605
188	155	6756	6399
188	147	6229	5099
203	9	3387	2855
203	14	3337	2869
206	14	1883	1395
214	34	1458	1024
214	81	1892	1441
214	159	5152	4359

Γιά να είναι δυνατή η προσαρμογή του δείγματος στο λογαριθμικό πρότυπο LOGIT, πρέπει να υπάρχουν και οι χρόνοι εκτέλεσης των

αντίστοιχων διαδρομών με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Επειδή τέτοιες μετρήσεις δεν βρέθηκαν, έγινε η υπόθεση, ότι ο χρόνος με τα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι κατά 35% αυξημένος του χρόνου μετακίνησης πριν την κατασκευή της νέας υποδομής. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι τρεις χρόνοι (με Ι.Χ. πριν την εφαρμογή της νέας υποδομής, με Ι.Χ. μετά την εφαρμογή της νέας υποδομής και με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς) εκφρασμένοι -για καλύτερη εποπτικότητα- σε λεπτά της ώρας.

Πίνακας 6.2.3 Χρόνοι μετακίνησης εκφρασμένοι σε min.

ΖΩΝΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΖΩΝΗ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΥ	ΠΡΙΝ (MIN)	ΜΕΤΑ (MIN)	ΧΡΟΝΟΣ Μ.Μ.Μ. 35% ΑΥΞΗΜ. (MIN)
2	256	17	13	23
103	14	32	25	43
103	89	35	30	47
111	89	38	28	51
114	97	48	34	64
133	166	64	39	86
136	9	49	27	66
142	22	31	26	42
142	25	32	27	43
142	51	33	32	45
142	63	25	22	34
142	78	36	33	48
148	90	22	18	30
148	76	26	18	35
148	95	31	22	42
148	13	20	14	27
154	34	24	20	32
154	147	104	86	140

[Πίνακας 6.2.3 (συνέχεια)]

155	166	91	76	122
158	7	58	53	78
158	14	57	49	76
158	89	57	53	76
159	26	75	71	101
163	7	54	40	72
163	166	107	76	144
166	8	51	51	69
166	18	57	50	77
166	25	69	53	93
166	51	71	59	95
166	107	51	45	69
166	16	55	48	74
166	159	118	102	159
173	98	48	34	65
173	106	53	36	71
173	47	45	35	61
178	18	61	50	82
181	20	68	59	92
183	13	31	25	42
187	18	22	18	30
187	7	27	22	36
188	25	24	24	32
188	78	28	26	38
188	101	32	26	43
188	155	113	106	152
188	147	104	84	140
203	9	56	47	75
203	14	56	47	75
206	14	31	23	42
214	34	24	17	32

[Πίνακας 6.2.3 (συνέχεια)]

214	81	32	24	43
214	159	86	72	116

6.3 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ LOGIT

Γιά κάθε ζεύγος προέλευσης - προορισμού, γίνεται η κατανομή σύμφωνα με το πρότυπο Logit. Βρίσκονται δηλαδή τα χρονικά πλαίσια στα οποία ανήκει το συγκεκριμένο ζεύγος. Στην συνέχεια, γίνεται το άθροισμα των πραγματικών μετακινήσεων που αντιστοιχούν στο κάθε ένα από αυτά τα ζεύγη και προκύπτει ο εξής πίνακας:

Πίνακας 6.3.1 Κατανομή μετακινήσεων στις κατηγορίες

				μετακινήσεις ανά ημέρα	
I.X χρήση νέας υποδομής	υψηλός	υψηλός	MMM	υψηλός	2700
				μέσος	0
				χαμηλός	0
	υψηλός	μέσος	MMM	υψηλός	986
				μέσος	0
				χαμηλός	0
	χαμηλός	χαμηλός	MMM	υψηλός	0
				μέσος	0
				χαμηλός	0

[Πίνακας 6.3.1. (συνέχεια)]

I.X. χρήση υπάρχουσας υποδομής	I.X. χρήση νέας υποδομής	μέσος	MMM	υψηλός	0
				υψηλός	0
				μέσος	0
				χαμηλός	0
				υψηλός	497
				μέσος	0
				χαμηλός	0
				υψηλός	1065
				χαμηλός	0
				χαμηλός	0
χαμηλός	I.X. χρήση νέας υποδομής	μέσος	MMM	υψηλός	0
				υψηλός	0
				μέσος	0
				χαμηλός	0
				υψηλός	0
				μέσος	0
				χαμηλός	0
				υψηλός	0
				μέσος	1094
				χαμηλός	1179

Στην συνέχεια χρησιμοποιείται ο πίνακας 4.2.1, ο οποίος έχει προκύψει από την επεξεργασία με τα πρότυπα logit, και δίνει την πιθανότητα καταβολής τέλους ανά κατηγορία:

Πιθανότητα καταβολής τέλους

μετακινήσεις ανά ημέρα	60%	30%	10%
2700	410	1212	1077
986	280	328	378
497	115	125	257
1065	542	325	197
1094	177	573	344
1179	65	611	505

Πίνακας 6.3.2 Εκτίμηση πιθανότητας πληρωμής

Άρα για 1589 μετακινήσεις, η πιθανότητα πληρωμής είναι 60% η οποία αντιστοιχεί στο υψηλό τέλος των 1000 δρχ.

Για 3174 μετακινήσεις, η πιθανότητα πληρωμής είναι 30%, η οποία αντιστοιχεί στη μέση τιμή τέλους των 500 δρχ.

Για 2758 μετακινήσεις, η αντιστοιχεί η πιθανότητα πληρωμής 10%, δηλαδή η καταβολή τέλους 200 δρχ.

Βάσει του πίνακα 4.2.2, υπολογίζεται η κατανομή των μετακινήσεων στις τρεις εναλλακτικές (χρήση της παλαιάς υποδομής,

χρήση της νέας υποδομής και χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς), αναλόγως των κατηγοριών στις οποίες ανήκουν οι τρεις ανεξάρτητες μεταβλητές της κάθε μετακίνησης.

μετακινήσεις ανά ημέρα	Ι.Χ. χρήση υπάρχουσας υποδομής	Ι.Χ χρήση νέας υποδομής	Μέσα Μαζικής Μεταφοράς
2700	718	397	1585
986	305	136	545
497	132	55	310
1065	443	94	528
1094	313	78	703
1179	272	91	816

Πίνακας 6.3.3 Πιθανότητα επιλογής μέσου.

Το διευρυμένο δείγμα, περιλαμβάνει 7521 μετακινήσεις.

Από αυτές, θα επιλέξουν να χρησιμοποιήσουν την νέα υποδομή 851 μετακινήσεις, δηλαδή ποσοστό 11,3%.

Την χρήση της ήδη υπάρχουσας υποδομής θα επιλέξουν 2183 μετακινήσεις, ποσοστό 29%.

Οι υπόλοιπες 4487 μετακινήσεις (ποσοστό 59,6%) θα πραγματοποιηθούν με τα μέσα μαζικής μεταφοράς.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις αναλύσεις που προηγήθηκαν, είναι σαφές ότι η αύξηση της υπάρχουσας υποδομής, επιφέρει σημαντικές μεταβολές στις κυκλοφοριακές συνθήκες. Στην συγκεκριμένη περίπτωση του υποθετικού σεναρίου που θεωρήθηκε, η κατασκευή αυτής της νέας προτεινόμενης υποδομής, μεταβάλλει αισθητά τον κυκλοφοριακό φόρτο της ώρας αιχμής, όχι μόνο στην περιοχή γύρω από τα έργα, αλλά και σε ολόκληρο το οδικό δίκτυο της Αθήνας.

Από τα αποτελέσματα της προσωμοίωσης που αφορούν τους κυκλοφοριακούς φόρτους πριν και μετά την κατασκευή της νέας υποδομής, παρατηρείται μεγάλη μεταβολή στην κατανομή των μετακινήσεων στο δίκτυο. Η αλλαγή του κυκλοφοριακού φόρτου, προκαλεί αλλαγή στις αντιστάσεις μετακίνησης για τις διάφορες διαδρομές. Συνέπεια αυτής της αλλαγής είναι οι μεταβολές των διαδρομών για αυτές τις μετακινήσεις, παρατηρούνται δηλαδή νέες προσελκύνσεις στο νέο έργο.

Με τον τρόπο αυτό παρατηρείται σημαντική αποφόρτιση τμημάτων του κέντρου της Αθήνας, κυρίως κεντρικών αρτηριών, αφού διαμπερείς -ως προς το κέντρο- μετακινήσεις, χρησιμοποιούν τις σήραγγες ή την περιφερειακή λεωφόρο Σταυρού - Ελευσίνας για την πραγματοποίησή τους. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φαίνεται η επιρροή που ασκεί η κατασκευή τέτοιων έργων στις κυκλοφοριακές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας.

Η προσομοίωση του υπάρχοντος δικτύου της Αθήνας, έχει γίνει σε ποσοστό περίπου 90% για το κύριο οδικό δίκτυο και 30% για το δευτερεύον οδικό δίκτυο. Αναλυτικά, η προσομοίωση περιλαμβάνει το 60% του οδικού δικτύου του κέντρου της Αθήνας και το 20% του δικτύου της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, στις περιοχές στις οποίες η αναπαράσταση είναι επαρκής, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι που προκύπτουν από την εφαρμογή του προγράμματος να είναι ρεαλιστικοί και αντιπροσωπευτικοί της ώρας αιχμής. Αντίθετα, στις περιοχές στις οποίες απουσιάζουν από την προσομοίωση οδοί με σημαντική κυκλοφορία, στα κωδικοποιημένα τμήματα του δικτύου τα οποία βρίσκονται κοντά σε αυτά που λείπουν, υπολογίζεται ιδιαίτερα αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος, ο οποίος δεν προσεγγίζει τον πραγματικό.

Συνέπεια αυτού του προβλήματος είναι το ότι σε ορισμένες περιπτώσεις οι χρόνοι μετακίνησης του φορτισμένου δικτύου πριν από την κατασκευή της νέας υποδομής είναι μη ρεαλιστικοί. Για το λόγο αυτό στον υπολογισμό των χρόνων μεταξύ των ζωνών χρησιμοποιήθηκε η αναλογία των χρόνων του αφόρτιστου δικτύου.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την πολύ συντηρητική εκτίμηση της μεταβολής των χρόνων εκτέλεσης των μετακινήσεων, αφού οι υψηλές φορτίσεις σε ορισμένα τμήματα του δικτύου είναι αυτές που προκαλούν τις μεγάλες διαφορές στους χρόνους πριν και μετά την κατασκευή της νέας υποδομής. Σε πραγματικές συνθήκες, οι μεταβολές αυτές στους χρόνους εκτιμάται ότι θα ήταν υψηλότερες.

Βελτίωση αυτών των αποτελεσμάτων θα ήταν δυνατή με παρέμβαση στο αρχείο του κωδικοποιημένου υπάρχοντος δικτύου και προσθήκη των τμημάτων που απουσιάζουν και με προσομοίωση της σηματοδότησης. Αυτές οι δύο ενέργειες δεν αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης στην συγκεκριμένη εργασία.

Η συγκράτηση του κυκλοφοριακού φόρτου στην νέα υποδομή στα επιθυμητά επίπεδα, αλλά και η αποπληρωμή του έργου, μπορούν να γίνουν με εφαρμογή της οδικής διατίμησης.

Στην συγκεκριμένη εργασία έγινε προσπάθεια εκτίμησης της προθυμίας των χρηστών να πληρώσουν για την χρησιμοποίηση της νέας προτεινόμενης υποδομής. Για το σκοπό αυτό συμπληρώθηκαν 146 ερωτηματολόγια, τα οποία αντιστοιχούν σε ορισμένες πραγματικές μετακινήσεις (σύμφωνα με την έρευνα ΟΑΣΑ). Από αυτές τις μετακινήσεις απομονώθηκαν αυτές για τις οποίες χρησιμοποιείται η νέα υποδομή.

Χρησιμοποιήθηκε η συσχέτιση των χρόνων μετακίνησης με χρήση της υπάρχουσας υποδομής, των χρόνων μετακίνησης με χρήση της νέας υποδομής, των χρόνων με χρήση των μεσων μαζικής μεταφοράς και της προθυμίας για καταβολή τέλους. Με αυτή τη συσχέτιση υπολογίστηκε ότι από τις 7521 μετακινήσεις οι οποίες αποτελούν το διευρυμένο δείγμα, 851 θα χρησιμοποιήσουν την νέα υποδομή για την εκτέλεση τους, δηλαδή ποσοστό 11,3%. Αυτό το δείγμα αποτελείται μόνο από μετακινήσεις με βάση την οικία προς την εργασία κατά την διάρκεια της πρωινής ώρας αιχμής.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την ανάλυση με τα πρότυπα Logit, γίνεται η παραδοχή ότι η αποδοχή υψηλής τιμής κομίστρου

αντιστοιχεί σε μεγάλη πιθανότητα χρησιμοποίησης της νέας υποδομής, η αποδοχή μέσης τιμής κομίστρου αντιστοιχεί σε μεγάλη πιθανότητα χρησιμοποίησης της ήδη υπάρχουσας υποδομής και αποδοχή μικρής τιμής κομίστρου αντιστοιχεί σε μεγάλη πιθανότητα χρησιμοποίησης των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Τα χρηματικά πλαίσια που είχαν τεθεί στο ερωτηματολόγιο είναι:

υψηλό:	1000 δρχ
μέσο:	500 δρχ.
χαμηλό:	200 δρχ.

Επανάληψη της διαδικασίας με χρήση χαμηλότερων τιμών χρέωσης θα οδηγούσε σε μεγαλύτερη πιθανότητα χρησιμοποίησης της νέας υποδομής.

Επιπλέον επαναλήψεις με χρήση νέων χρηματικών πλαισίων θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην τιμή του τέλους που θα επέφερε τον επιθυμητό κυκλοφοριακό φόρτο στην νέα υποδομή και κατά συνέπεια τα επιθυμητά έσοδα.

Το δείγμα της συγκεκριμένης έρευνας είναι περιορισμένο. Είναι δεκτό λόγω του πειραματικού χαρακτήρα αυτής της έρευνας, αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξαχθούν συμπεράσματα οικονομικής φύσεως που να αφορούν στην κατασκευή ενός τέτοιου έργου υπό συνθήκες αυτοχρηματοδότησης.

Περαιτέρω έρευνα η οποία θα περιλάμβανε καλύτερη προσωμοίωση του δικτύου (προσθήκη των τμημάτων του δικτύου που απουσιάζουν και

προσομοίωση σήμανσης) και χρήση ερωτηματολογίων σε πολύ μεγαλύτερο δείγμα του πληθυσμού και για ευρύ φάσμα μετακινήσεων (δηλαδή για μετακινήσεις όχι μόνο απο την οικία στην εργασία αλλά και για άλλους σκοπούς) θα μπορούσε να οδηγήσει σε συμπεράσματα που να αφορούν την ανταποδοτικότητα ενός τέτοιου έργου σε περιβάλλον αυτοχρηματοδότησης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**
Κ. Γ. Αμπακούμκιν, καθηγητή Ε.Μ.Π.
2. **ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΔΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ**
Ι. Μ. Φραντζεσκάκης, Δ. Α. Τσαμπούλας.
3. **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ**
Ι. Μ. Φραντζεσκάκης, Γ. Α. Γιαννόπουλος.
4. **ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**
Χαρ. Ι. Εφραιμίδης.
5. **ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΞΙΑΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ.**
Α. Σταθόπουλος, Διατριβή για τον επιστημονικό τίτλο του διδάκτορος υποβληθείσα στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Ε. Μ. Πολυτεχνείου.
6. **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΟΔΙΚΗ ΔΙΑΤΙΜΗΣΗ, ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΘΕΩΡΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΑΞΗΣ.**
Διπλωματική εργασία Ε. Αποστολοπούλου.
7. **INTERACTION BETWEEN CONGESTION PRICING AND ADVANCED TRAVELER INFORMATION SYSTEMS.**
Institute of transport studies, University of California at Berkeley.

8. **CURBING GRIDLOCK, PEAC - PERIOD FEES TO RELIEVE TRAFFIC CONGESTION, volume 1,2.**
Transportation Research Board, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council.
9. **CONGESTION RELIEF TOLL TUNNELS**
Robert W. Poole JR. & Yuzo Sugimoto, Reason Foundation and Japan Public Highway Corp. 3415 Sepulveda Boulevard, #400, Los Angeles, California 90034, U.S.A., Transportation 22: 327 - 351, 1995.
10. **URBAN HIGHWAY CONGESTION, AN ANALYSIS OF SECOND BEST TOLL.**
John F. McDonnald. Departement of Economics, University of Illinois at Chicago, 601 S. Morgan St., Chicago, IL 60607, U.S.A., Transportation 22: 353 - 369, 1995.
11. **ROAD CONGESTION PRICING: WHEN IS IT A GOOD POLICY? A COMMENT.**
By Peter Hills, professor of Transport Engineering and Director of Transport Operations Group, University of Newcastle upon Tyne.
12. **PART 3, SENSITIVITIES TO EVALUATION OF DIFFERENT AREAS OF OPERATIONAL INTEREST, DEMAND MANAGEMENT, BENEFITS AND TRANSFERS.**
13. **ROAD PRICING: A SOLUTION FOR HONG - KONG?**
Robert L. Pretty, Departement of Civil Engineering, University of Queensland, Brisbane, Australia, Transpn. Res - A, Vol 22A, No 5, pp. 329 - 327, 1988.
14. **SUMMARY: ECONOMIC CONSEQUENSES OF AYTOMOBILITY CONTROL.**
15. **BRITAIN, RAGE ON ROADS.**

The Economist, August 12th 1995.

16. CASE STUDY (DEMONSTRATION) TEST MODELLING.

A. Stathopoulos, Drive Programme, 7th Drive Concentration Meeting
16 - 17 January 1990.

17. ATHENS TOLL - RING MODELLING AND STRATEGY EVALUATION.

A. Stathopoulos (V1008), 12th Drive Concentration Meeting
Workshop - session 1: Strategies for Integrated Demand
Management Systems, Brussels, 13 - 14 March 1991.

18. Η ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΟΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ.

A. Γ. Σταθόπουλος, Εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών,
Ε.Μ.Π., Ημερίδα: Προσεγγίσεις στην Ανάλυση της Ζήτησης Αστικών
Μετακινήσεων, Αθήνα, 31.03.88.

19. PROBIT ΚΑΙ LOGIT ANALYSIS, ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑ
ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΜΕΝΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ.

A. Σταθόπουλος, Εδρα Σιδηροδρομικής και Μεταφορών, Ε.Μ.Π.,
Μεταπτυχιακός κύκλος διαλέξεων, διάλεξη 7.5.1980

20. APPLYING THE CASHING OUT APPROACH TO CONGESTION
PRICING.

Patric DeCorla - Souza, Transportation Research Record 1450.

21. FREEWAY CONGESTION PRICING: ANOTHER LOOK.

Herbert S. Levinson, Transportation Research Record 1450.

22. THE DEMAND CURVE UNDER ROAD PRICING AND THE PROBLEM
OF POLITICAL FEASIBILITY: A COMMENT.

Eric Verhoef, Departement of Spatial Economics, Free University,
De Boelelan 1105, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands, TRANSPN.
Res -A. Vol 29A, No. 6, pp. 459 - 465, 1995.

23. OPTIMIZATION OF TRAFFIC AND FACILITIES.
William Vickrey.
24. INTERPRETATION OF THE BENEFITS OF PRIVATE TRANSPORT.
E. J. Mishan.
25. THE APPRAISAL OF HIGHWAY INVESTMENTS UNDER FIXED AND
VARIABLE DEMAND.
Huw C. W. L. Williams and Laurence A.R. Moore.
26. TRANSPORT MODELLING FOR PRIVATE FINANCING: A VIEW
FROM A FINANCING INSTITUTION.
Gianni A. Carbonaro, European Investment Bank, Luxembourg.
27. AUSTRALIA' S FIRST IN ELECTRONIC TOLLING.
ITS: Intelligent Transport Systems, Autumn 1995.

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΕΠΟΠΤΗΣ: Α. ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΣ
ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΘΕΜΑ: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΔΙΑΤΙΜΗΣΗΣ
ΣΕ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΡΓΩΝ

Το θέμα της εργασίας είναι η διερεύνηση της εφαρμογής της οδικής διατίμησης σε εκτεταμένο δίκτυο έργων. Η επέκταση της υποδομής με την κατασκευή νέων έργων και η εφαρμογή της οδικής διατίμησης σε αυτά, είναι η λύση που εξετάζεται στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία για τη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ προσφοράς και ζήτησης στις μεταφορές. Η πολιτική εφαρμογής της οδικής διατίμησης ανήκει στα μέτρα περιορισμού της κυκλοφορίας με σκοπό την διατήρηση του κυκλοφοριακού φόρτου στα επιθυμητά επίπεδα. Παράλληλα μπορεί να λειτουργήσει ως πηγή εσόδων στα αυτοχρηματοδοτούμενα έργα.

Ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει πραγματοποιηθεί για τον προσδιορισμό του βέλτιστου ύψους της επιβαλλόμενης χρέωσης, με βάση την κοινωνική ανάλυση κόστους - ωφέλειας, αλλά και του οριακού κόστους υπό συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης. Η αποτελεσματικότητα όμως του μέτρου της οδικής διατίμησης εξαρτάται από την αντίδραση των χρηστών στην επιβολή της χρέωσης για την οποία ελάχιστα είναι μέχρι σήμερα γνωστά. Αυτός είναι και ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η διερεύνηση δηλαδή της ανταπόκρισης των χρηστών στην εφαρμογή του μέτρου της οδικής διατίμησης σε ένα δίκτυο νέων έργων στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας.

Η διερεύνηση της οδικής διατίμησης γίνεται με την θεώρηση ενός υποθετικού σεναρίου για την Αθήνα. Το σενάριο αυτό περιλαμβάνει την υπό κατασκευή περιφερειακή λεωφόρο Σταυρού - Ελευσίνας καθώς και δύο κλάδους σήραγγας σταυροειδούς μορφής, που διέρχονται κάτω από τμήματα λεωφόρων της Αθήνας. Πιο συγκεκριμένα, ο ένας κλάδος της σήραγγας έχει σημεία εισόδου και εξόδου στην λεωφόρο Κηφισίας στο ύψος της Φιλοθέης, στην Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας στο ύψος του Χίλτον και στην λεωφόρο Καλλιρρόης και ο άλλος κλάδος της σήραγγας έχει σημεία εισόδου και εξόδου στην διασταύρωση των οδών Φειδιππίδου και Μεσογείων, στην λεωφόρο Αλεξάνδρας στο ύψος του Πεδίου του Άρεως και στην λεωφόρο Κωνσταντινουπόλεως στο ύψος του Σταθμού Λαρίσης. Οι δύο αυτοί κλάδοι της σήραγγας συνδέονται μεταξύ τους με έναν υπόγειο κόμβο στην διασταύρωση των λεωφόρων Αλεξάνδρας και Κηφισίας. Σε αυτόν τον κόμβο επιτρέπονται οι απευθείας κινήσεις καθώς και όλες οι στροφές.

Η διερεύνηση της προθυμίας του χρήστη για καταβολή τέλους το οποίο θα του επιτρέψει να χρησιμοποιήσει αυτό το έργο για τις μετακινήσεις του έγινε με την χρήση ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο αυτό, το οποίο δόθηκε προς συμπλήρωση σε 146 οδηγούς, αφορά στην μετακίνηση από την οικία προς την εργασία κατά την διάρκεια της πρωινής ώρας αιχμής και συσχετίζει τα χρονικά χαρακτηριστικά αυτής της μετακίνησης με την προθυμία του χρήστη για καταβολή ορισμένης τάξης μεγέθους τέλους. Η επεξεργασία του ερωτηματολογίου έγινε με χρήση των μαθηματικών προτύπων logit. Τα αποτελέσματα αφορούν στην πιθανότητα χρησιμοποίησης της νέας υποδομής με παράλληλη χρέωση, αναλόγως της μεταβολής στο χρόνο εκτέλεσης της διαδρομής που επιφέρει η κατασκευή του έργου.

Στην συνέχεια με χρήση του προγράμματος Saturn, διερευνούνται οι πιθανές επιπτώσεις στην πόλη με την εφαρμογή του υποθετικού αυτού σεναρίου. Υπολογίζονται οι κυκλοφοριακοί φόρτοι σε όλο το οδικό δίκτυο

→ Πρώτη κυκλοφορία;
→ Οι οδηγού ή/και πεζοί;
→ Υψηλό - υψηλό - μέσο?

πριν και μετά την κατασκευή τού έργου. Παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή των κυκλοφοριακών φόρτων στο δίκτυο. Η προσφορά νέας υποδομής, αλλάζει τις κυκλοφοριακές συνθήκες, με συνέπεια αλλαγή στις αντιστάσεις μετακίνησης. Συνεπώς παρατηρούνται μεταβολές διαδρομών και προσελκύσεις στο νέο έργο. Συνέπεια αυτών είναι η σημαντική αποφόρτιση τμημάτων του οδικού δικτύου, όχι μόνο σε περιοχές πλησίον της νέας υποδομής, αλλά και σε ολόκληρη την Αθήνα. Ακόμη, υπολογίζονται οι χρόνοι μετακίνησης μεταξύ των ζωνών.

Τέλος, συσχετίζοντας τα αποτελέσματα της επεξεργασίας με τα πρότυπα logit, και τους χρόνους μετακίνησης που υπολογίστηκαν, γίνεται μια πρώτη εκτίμηση της ανταπόκρισης ορισμένων χρηστών του οδικού δικτύου στην οδική διατίμηση. Πιο συγκεκριμένα, υπολογίζεται ότι το 11,3% του δείγματος που συλλέχθηκε θα χρησιμοποιήσει για την μετάβαση από την οικία στην εργασία την νέα προτεινόμενη υποδομή με παράλληλη αποδοχή της χρέωσης.

Η παρούσα διπλωματική μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείγμα των μεταβολών στην κυκλοφορία που προκαλεί η επέκταση της υποδομής, αλλά και της ανταπόκρισης των χρηστών στην οδική διατίμηση. Ο χαρακτήρας είναι πειραματικός και το δείγμα δεν είναι αρκετά μεγάλο ώστε να επιτρέπει την διεξαγωγή οικονομικής φύσης συμπερασμάτων.

$$\sqrt{\frac{pq}{y}} \quad \frac{30 \times 70}{140} = \sqrt{\frac{2100}{140}} = \sqrt{16} = 4$$

$$\propto \sqrt{\frac{pq}{y}} \equiv 2 \times 4 = 8$$

ΔΙΚΤΥΟ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΘΗΝΑΣ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ
ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΡΙΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
(ΑΝΕΥ ΔΙΟΔΩΝ)

ΔΡΟΜΟΙ ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΣ

ΜΟΝΟΔΡΟΜΟΙ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ
ΔΙΚΤΥΟΥ

ΦΟΡΤΟΣ ΩΡΑΣ ΑΙΧΜΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

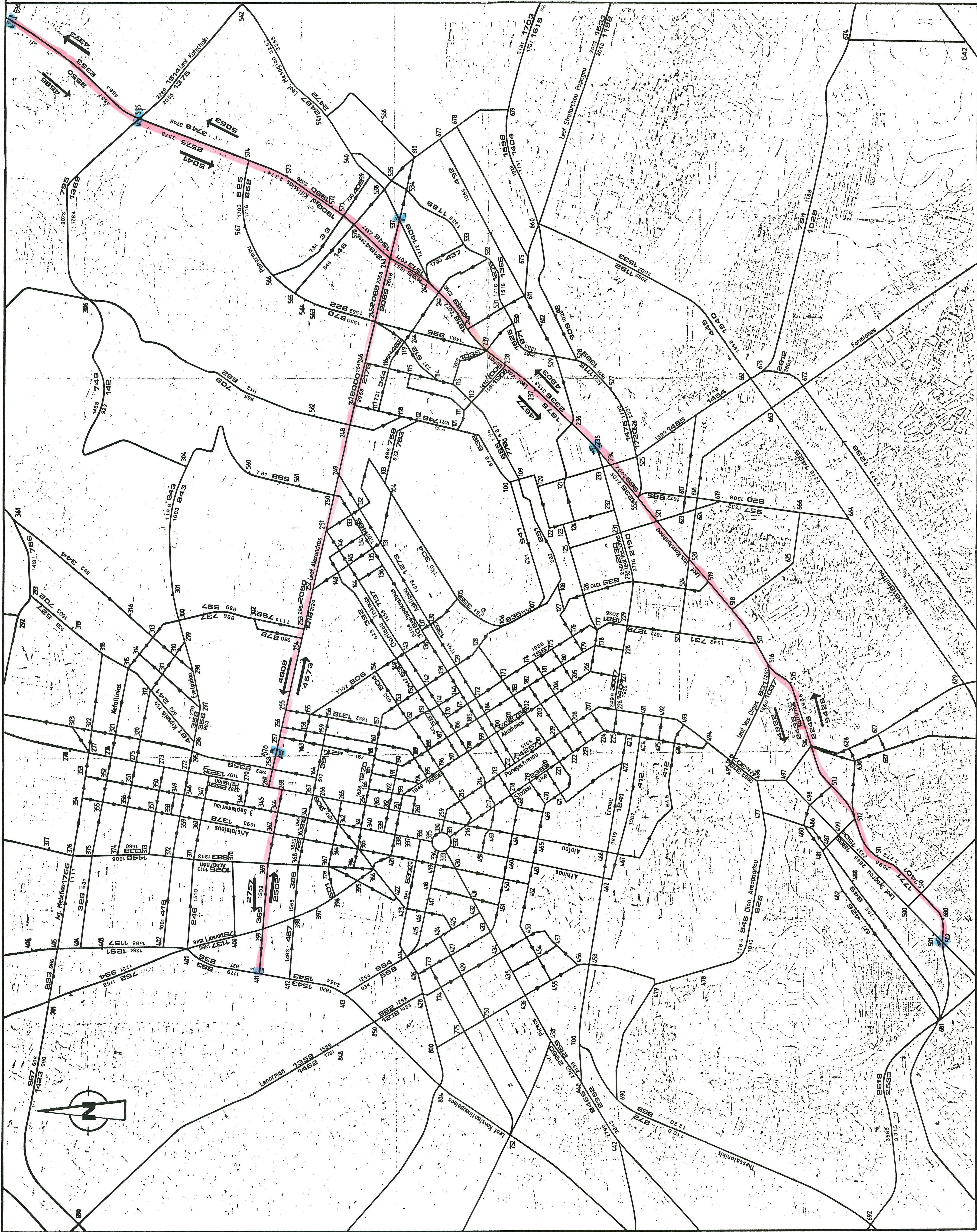
ΦΟΡΤΟΣ ΩΡΑΣ ΑΙΧΜΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΦΟΡΤΟΣ ΣΤΟ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ
ΣΗΡΑΓΓΑΣ

ΚΙΛΟΜΑΚΑ

0 M. 500 750 1000 1250

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Χ. ΠΑΠΑΓΕΤΡΟΥ
ΠΗΓΗ: ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ Ε.Μ.Π.



ΔΙΚΤΥΟ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

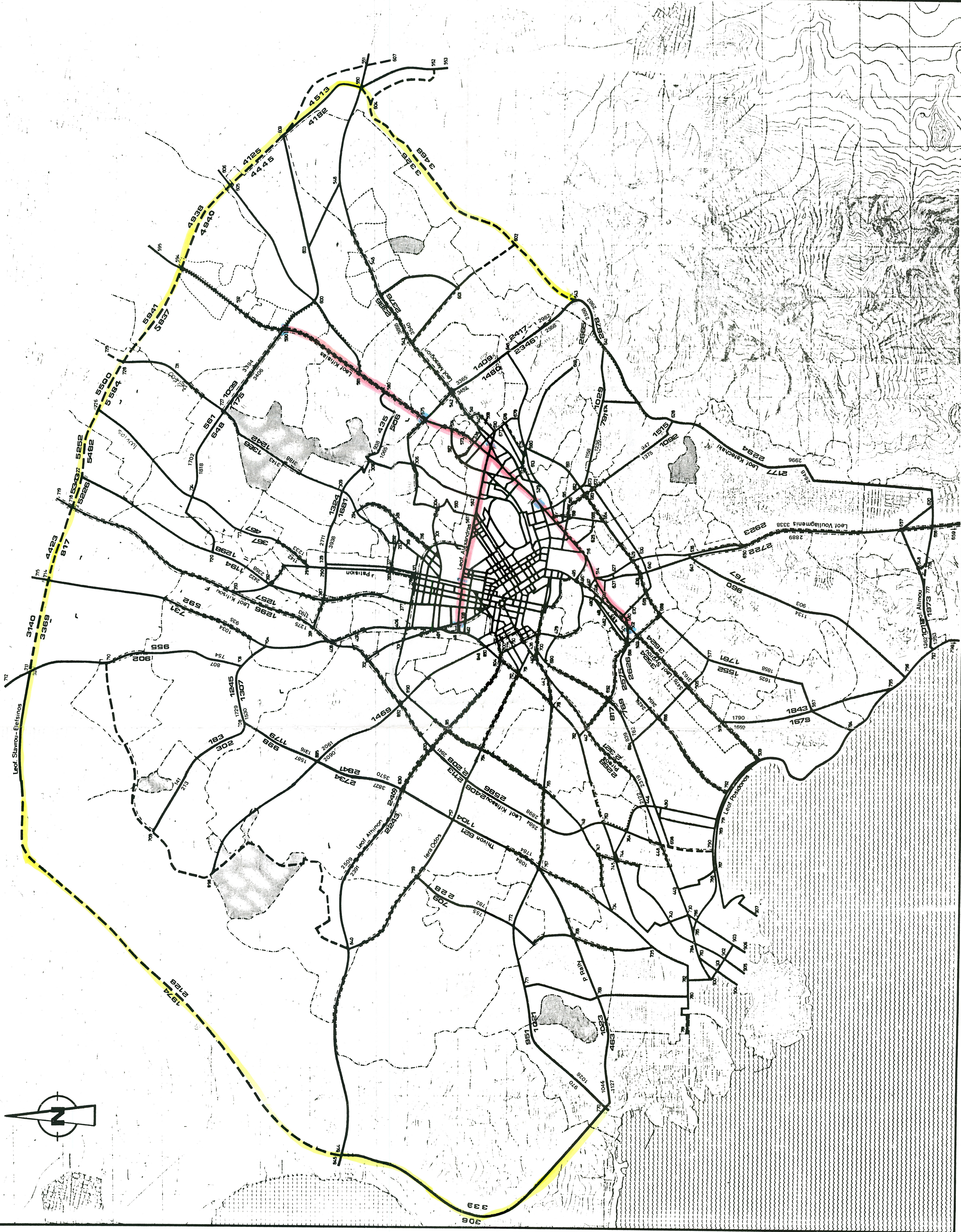
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ
ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΡΙΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
(ΑΝΕΥ ΔΙΟΔΩΝ)

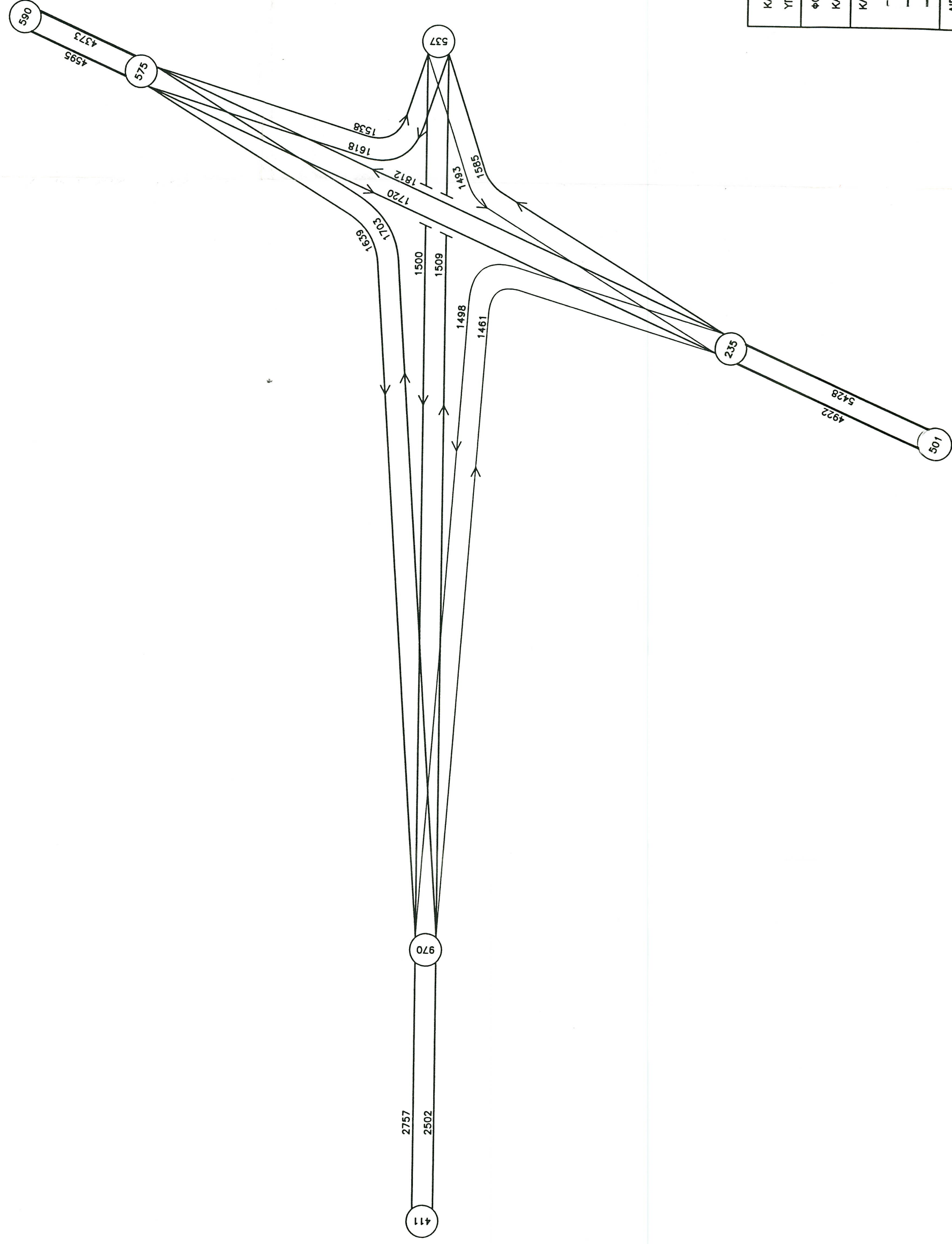
702 706 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ
ΔΙΚΤΥΟΥ

1223 ΦΟΡΤΟΣ ΩΡΑΣ ΑΙΧΜΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
2345 ΦΟΡΤΟΣ ΩΡΑΣ ΑΙΧΜΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΚΛΙΜΑΚΑ
0 1 2 3 4 5 Km

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Χ. ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ
ΠΗΓΗ: ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ, Ε.Μ.Π.





ΚΑΤΩΝΗ ΝΕΑΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ (ΣΗΡΑΓΓΑΣ)
ΦΟΡΤΟΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΑΝΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ
ΚΛΙΜΑΚΑ ΦΟΡΤΩΝ
_____ 1500
_____ 3000
_____ 4500
ΔΙΠΛΟΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΧΡ. ΠΑΥΛΙΔΗΤΡΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚ. ΥΠΟΔΟΜΗΣ Ε.Μ.Π.